

Disponibilidades Hídricas en las cuencas del Guadarrama y Alberche: situación actual y proyecciones futuras

*Water Availability in the Guadarrama and Alberche basins: current
situation and future projections*

Autora: Olga Muñoz Martín

Tutores académicos: Encarnación Galán Gallego y Roberto Serrano Notivoli

Fecha de entrega: 22 de junio de 2021

Curso académico: 2020 – 2021



Índice de Contenidos

1.	RESUMEN	4
2.	INTRODUCCIÓN	4
2.1	Definición y justificación del tema	4
2.2	Formulación de hipótesis y definición de objetivos	10
2.3	Metodología y fuentes de información	10
3.	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. LAS CUENCAS HIDRGRÁFICAS DE LOS RÍOS GUADARRAMA Y ALBERCHE	18
4.	LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS ACTUALES	20
4.2	La Evapotranspiración Potencial (ETP)	21
4.3	La Lluvia Útil (P-ETP)	22
4.4	La Evapotranspiración Real (ETR)	23
4.5	El Déficit (D)	24
4.6	El superávit (S)	24
4.7	Índice de Humedad (Ih)	25
4.8	Evolución del balance hídrico a lo largo del año	26
5.	LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS EN FUTUROS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO ..	28
5.1	Las Precipitaciones (P)	28
5.2	La Evapotranspiración Potencial (ETP)	29
5.3	La Lluvia Útil (P-ETP)	30
5.4	La Evapotranspiración Real (ETR)	31
5.5	El Déficit (D)	32
5.6	El superávit (S)	32
5.7	Índice de Humedad (Ih)	33
5.8	Evolución del balance hídrico a lo largo del año	33
6.	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS FUTURAS Y ACTUALES	36
6.1	Las Precipitaciones (P)	36
6.2	La Evapotranspiración Potencial (ETP)	37
6.3	La Lluvia Útil (P-ETP)	37
6.4	La Evapotranspiración Real (ETR)	38
6.5	El Déficit (D)	39
6.6	El superávit (S)	39
6.7	Índice de Humedad (Ih)	40
7.	CONSIDERACIONES FINALES	41
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
9.	RECURSOS WEB	44
10.	ANEXOS	

ANEXO I. Localización de las estaciones de la rejilla y de la AEMET

ANEXO II. Resultados estadísticos de los datos observados

ANEXO III. Resultados estadísticos de los datos proyectados

ANEXO IV. Resultados estadísticos del análisis comparativo y cálculos de superficie

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama de las fuentes de datos consultadas. Fuente: elaboración propia	11
Figura 2. Localización de las cuencas de los ríos Guadarrama, Alberche y Tajo. Fuente: elaboración propia.	18
Figura 3. Fuente: elaboración propia.....	21
Figura 4. Fuente: elaboración propia.....	22
Figura 5. Fuente: elaboración propia.....	23
Figura 6. Fuente: elaboración propia.....	23
Figura 7. Fuente: elaboración propia.....	24
Figura 8. Fuente: elaboración propia.....	25
Figura 9. Fuente: elaboración propia.....	26
Figura 10. Fuente: elaboración propia.....	27
Figura 11. Fuente: elaboración propia.....	27
Figura 12. Fuente: elaboración propia.....	28
Figura 13. Fuente: elaboración propia.....	29
Figura 14. Fuente: elaboración propia.....	30
Figura 15. Fuente: elaboración propia.....	30
Figura 16. Fuente: elaboración propia.....	31
Figura 17. Fuente: elaboración propia.....	31
Figura 18. Fuente: elaboración propia.....	32
Figura 19. Fuente: elaboración propia.....	33
Figura 20. Fuente: elaboración propia.....	33
Figura 21. Fuente: elaboración propia.....	34
Figura 22. Fuente: elaboración propia.....	35
Figura 23. Fuente: elaboración propia.....	35
Figura 24. Fuente: elaboración propia.....	37
Figura 25. Fuente: elaboración propia.....	37
Figura 26. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 27. Fuente: elaboración propia.....	39
Figura 28. Fuente: elaboración propia.....	39
Figura 29. Fuente: elaboración propia.....	40
Figura 30. Fuente: elaboración propia.....	40
Figura 31. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO I
Figura 32. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO I
Figura 33. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO I

Índice de Tablas

Tabla 1. Fuente: Galán, E. y Labajo, J (2016)	20
Tabla 2. Fuente: elaboración propia.	25
Tabla 3. Fuente: elaboración propia.	36
Tabla 4 Localización puntos rejilla Parte 1. Fuente: elaboración propia	ANEXO I
Tabla 5. Localización puntos rejilla Parte 2. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO I
Tabla 6. Localización puntos rejilla Parte 3. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO I
Tabla 7. Fuente: elaboración propia.	ANEXO I
Tabla 8. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 1. Fuente: elaboración propia.	ANEXO II
Tabla 9. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 2. Fuente: elaboración propia.	ANEXO II
Tabla 10. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 3. Fuente: elaboración propia.	ANEXO II
Tabla 11. Fuente: elaboración propia.	ANEXO II
Tabla 12. Balance hídrico Navacerrada. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO II
Tabla 13. Balance hídrico El Tiemblo. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO II
Tabla 14. Balance hídrico de Talavera. Fuente: elaboración propia.	ANEXO II
Tabla 15. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 1. Fuente: elaboración propia	ANEXO III
Tabla 16. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 2. Fuente: elaboración propia	ANEXO III
Tabla 17. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 3. Fuente: elaboración propia	ANEXO III
Tabla 18. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 1. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 19. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 2. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 20.. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 3. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 21. Balance hídrico estación 4534. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 22. Balance hídrico estación 4534. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 23. Balance hídrico estación 5551. Fuente: elaboración propia.....	ANEXO III
Tabla 24. Fuente: elaboración propia.	ANEXO IV
Tabla 25. Fuente: elaboración propia.	ANEXO IV
Tabla 26. Fuente: elaboración propia.	ANEXO IV
Tabla 27. Fuente: elaboración propia.	ANEXO IV
Tabla 28. Fuente: elaboración propia.	ANEXO IV

1. RESUMEN

El cambio climático afecta al ciclo hidrológico a través de distintos mecanismos, lo que causará un incremento de la irregularidad de las precipitaciones. Esto supondrá un incremento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos. Es por esto por lo que el cambio climático es considerado como uno de los mayores retos ecológicos, políticos, económicos y sociales a los que se va a enfrentar la humanidad en el presente siglo.

El reparto desigual de las precipitaciones a nivel europeo y nacional provoca, en algunos casos, una situación de déficit hídrico estructural. El territorio español es especialmente vulnerable y se han elaborado estudios para la cuenca del Tago y más concretamente de la Comunidad de Madrid y su entorno que prevén cambios para finales de siglo que suponen la acentuación de la escasez hídrica en esta zona.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental evaluar las disponibilidades hídricas en las Cuencas del Guadarrama y Alberche, tanto de la situación actual como en futuros escenarios de Cambio Climático mediante el cálculo del balance hídrico.

Los resultados muestran una disminución de las variables que suponen las entradas principales en el sistema hidrológico, una disminución de la escorrentía y un aumento de la evapotranspiración potencial para finales de siglo. Como consecuencia, se produce la disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos en esta zona, muestra de ello son las grandes diferencias obtenidas entre la precipitación útil futura y la actual.

Palabras clave: cambio climático, proyecciones, Guadarrama, Alberche, recursos hídricos, balance hídrico.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Definición y justificación del tema

El clima está comprendido por el conjunto de condiciones atmosféricas variables en un periodo de tiempo suficiente y en un espacio determinado. Presenta una variabilidad natural, aunque el ser humano, mediante la quema de combustibles fósiles a partir de la Revolución Industrial ha modificado la composición química de la atmósfera por medio del incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. En consecuencia, los parámetros climáticos se han alterados y sus efectos e impactos en los distintos componentes del sistema climático (atmósfera, criosfera, biosfera, litosfera e hidrosfera) pueden acentuarse y agravarse a lo largo de este siglo.

El cambio climático afecta directamente a la distribución temporal y espacial de los recursos hídricos y afecta indirectamente al ciclo hidrológico a través de distintos mecanismos basados en la interconexión entre los distintos componentes del sistema climático (Bates et al., 2008). Estos mecanismos tienen su origen en la alteración del balance de radiación, como consecuencia de la intensificación del efecto invernadero que da lugar a un forzamiento radiativo positivo y, en suma, a un calentamiento.

A nivel mundial, el IPCC (2014) prevé un incremento generalizado de las temperaturas para finales de siglo, de aproximadamente 1.8°C para RCP 4.5 y de 3.7°C para RCP 8.5. Por otra parte, se prevé una evolución variable de las precipitaciones, ya que en latitudes altas se prevé su aumento y en latitudes medias y subtropicales su disminución.

Estas proyecciones suponen la alteración del ciclo hidrológico global, incrementándose la frecuencia e intensidad de algunos fenómenos extremos, como las olas de calor y de frío, las inundaciones o las sequías, estas últimas como consecuencia de una mayor evaporación y secado superficial (Gil et al., 2021). Es por ello por lo que el cambio climático es considerado como uno de los mayores retos ecológicos, políticos, económicos y sociales a los que se va a enfrentar la humanidad en el presente siglo.

El uso actual del agua dulce está vinculado con la generación de escorrentía dependiente de la distribución temporal y espacial de las precipitaciones, así como de evolución de la población, el consumo alimentario, las políticas económicas, la tecnología, el nivel de vida y la valoración de los ecosistemas de agua dulce por la sociedad (Bates et al., 2008).

La vulnerabilidad de este recurso se ha incrementado, debido a su escasez relativa al conjunto del agua disponible en la superficie terrestre y a las presiones crecientes que ejercen las sociedades en respuesta a las mayores demandas, que se verán acentuadas con el tiempo en el contexto del cambio climático. Este recurso se ha convertido en algunas regiones en un objeto en disputa, produciéndose conflictos transfronterizos a distintas escalas, por lo que se están desarrollando múltiples investigaciones en torno a su evolución para elaborar políticas cada vez más eficientes en su gestión.

Esto se ve respaldado por el estudio de Milly et al. (2008) en el que se establece que uno de los asuntos clave en el futuro manejo del agua está relacionado con el impacto del cambio climático y la disponibilidad de recursos hídricos. Hay que tener presente que el régimen de precipitaciones variará temporalmente (aumentando su variabilidad e irregularidad) y espacialmente, así como se verán favorecidas las precipitaciones en

forma de lluvia en vez de nieve, por lo que aumentará el riesgo de sequías durante la primavera y el verano (Gil et al., 2021).

En consecuencia, comprender la respuesta del ciclo hidrológico al calentamiento global supone un gran avance en lo que respecta al comportamiento de las precipitaciones. En el estudio de Giorgi, Raffaele y Coppola (2019) se resumen estas respuestas en las siguientes:

- Aumento de la intensidad de los fenómenos extremos
- Descenso de la precipitación y de los días húmedos consecutivos
- Incremento de número de días secos
- Incremento del número de días secos consecutivos.
- Incremento de la irregularidad de las precipitaciones.

Sin embargo, se trata de un estudio a escala global, el cual proporciona valores medios para todo el planeta y la gran variabilidad de espacial de las precipitaciones es susceptible de producir cambios de distinta magnitud en áreas muy diferenciadas.

Para el caso concreto de la zona mediterránea, el estudio realizado por Lionello y Sacascia (2020) confirma las ideas enunciadas anteriormente.

Además de tener en cuenta estas asunciones, hay que saber que las precipitaciones son una variable difícilmente predecible, pues no solo depende de la escala global, sino que también hay que considerar las escalas regionales/locales, ya que el relieve o los usos del suelo influyen en su distribución espacial.

En el Informe del Estado del Clima de España 2019 (AEMET, 2020), la distribución de la precipitación media en Europa muestra un claro reparto desigual, al producirse una disimetría entre los países del norte (este año fue más húmedo de lo normal) y el arco mediterráneo (con precipitaciones inferiores a la media). Además, en el documento del grupo II del IPCC para el Quinto Informe sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) se establece que la temperatura media del continente ha ido aumentando con el paso en el tiempo (especialmente desde los años 80 del siglo pasado). En este mismo informe se hace referencia a las proyecciones futuras de estas variables en distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, es decir, considerando representaciones de las posibles trayectorias de emisiones de gases efecto invernadero y su concentración correspondiente en la atmósfera – denominadas RCP (Representative Concentration Pathways)- bajo distintos supuestos: cambios demográficos esperados, evolución de la

tecnología, nivel socioeconómico esperado, cambios en los usos del suelo, Se determina que la disimetría termo pluviométrica se acentuará. Además, la zona mediterránea es especialmente vulnerable a los eventos como las sequías o las olas de calor (Manning et al., 2019) pudiéndose producir muertes prematuras e incendios forestales.

España es un territorio especialmente sensible a las alteraciones y cambios que pueda experimentar el clima en las próximas décadas, principalmente en lo que respecta a las precipitaciones debido a su irregular reparto a lo largo de la península provocando escasez en algunas zonas (Gil y Olcina, 2017). La mayor parte de la Península Ibérica se encuentra en el dominio de los climas mediterráneos y está influenciada por los mecanismos climáticos típicos de las latitudes templadas y subtropicales. El régimen pluviométrico de la Península está determinado por factores dinámicos (sucesión de tipos de tiempo sobre la región a lo largo del año) y geográficos (altitud y disposición del relieve respecto a los flujos perturbados dominantes, que la región son del SW (Fernández García, 1986). Este hecho determina la variabilidad anual de las precipitaciones.

Tomando como criterio la precipitación anual, las cuencas hidrográficas de estudio se incluyen dentro del dominio pluviométrico de transición con precipitaciones entre los 600 y los 800 milímetros. Las precipitaciones muestran una irregularidad interanual comprendida entre el 20-24% (una irregularidad intermedia en el contexto nacional). Esta variabilidad genera tanto periodos de intensas lluvias, como periodos con un pronunciado déficit pluviométrico intenso y prolongado capaz de generar una serie de impactos negativos en la sociedad, economía y medio ambiente. En consecuencia, el mayor reto a tener en cuenta en los futuros planes de gestión de los recursos hídricos es, precisamente, su gran variabilidad temporal, la cual deriva de la propia irregularidad natural que caracteriza a las precipitaciones.

Son numerosos los estudios^{1,2} los que determinan que el riesgo de sequía en la Península Ibérica es uno de los más dañinos, con consecuencias ecológicas y socioeconómicas negativas, ocasionando pérdidas en la producción agrícola – al igual que en el resto del arco mediterráneo.

¹ Sousa, P. M., Trigo, R. M., Aizpurua, P. et al (2011). Trends and Extremes of Droughts indices throughout the 20th century in the Mediterranean, *Natural Hazards Earth System Sciences*, nº 11, pp. 33-51. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-33-2011>

² Trigo, R. M., Añel, J.A., Barriopedro, D. et al (2013). The record Winter drought of 2011-2012 in the Iberian Peninsula. *Bulletin of the American Meteorological Society*, nº 94, pp. 41-45.

Como consecuencia del cambio climático, se espera que esta variabilidad pluviométrica se acentúe, incrementando la peligrosidad de las sequías por el aumento de su frecuencia y duración.

El análisis y seguimiento de este fenómeno tan complejo ha desembocado en el empleo de numerosas metodologías (Mukherjee et al., 2018) y se han desarrollado múltiples indicadores como el PDSI (*Índice de severidad de sequía de Palmer*), el SPI (*Índice de Precipitación Estandarizado*), el SPEI (*Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración*) o el IESP (*Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica*) propuesto Pita López (Pita, 2000 y 2001). Este último ha sido aplicado por Galán y Labajo para evaluar la peligrosidad por sequía en la Comunidad de Madrid; dichos autores concluyen señalando que “la región madrileña y áreas circundantes están dotadas de un notable grado de peligrosidad por sequía” (Galán y Labajo, 2016). Si tenemos en cuenta la peligrosidad se haya directamente relacionada con la elevada irregularidad interanual de las precipitaciones y la persistencia de situaciones deficitarias en agua, cabe suponer que el incremento futuro proyectado en esta característica de las precipitaciones implicaría una mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno extremo y, en suma, el agravamiento del déficit hídrico.

Además, en comparación con otros países europeos y según se indica en el Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 1998) España es el país comunitario más árido, con una de las evapotranspiraciones más altas del continente, teniendo, como resultado, la menor esorrentía de todos los países considerados en dicho estudio.

En relación con los efectos del Cambio Climático sobre la evolución futura de los recursos hídricos en España, cabe subrayar que las proyecciones realizadas apuntan a una reducción de las aportaciones en régimen natural en todas las cuencas hidrográficas, si bien en cuantía variable en los diferentes territorios. En este sentido, la disminución se muestra más acusada en la mitad sur peninsular los recursos en España, cabe subrayar que, en todas las proyecciones de clima futuro realizadas (Garrote e Iglesias, 2012).

A medida que aumentan los conocimientos sobre el cambio climático, las observaciones y los nuevos estudios generados van mostrando información cada vez más precisa acerca de cómo el sistema climático responde al incremento de la concentración de gases de efecto invernadero. Consecuentemente, hay un mayor interés en monitorear el transcurso del cambio climático en el futuro a medio-largo plazo de acuerdo con las últimas observaciones (Ribes et al., 2021).

Respecto a los escenarios de Cambio Climático, cabe destacar que la utilización de los mismos ha sido fundamental en la investigación sobre cambio global en cuanto a la caracterización de la incertidumbre entre las interacciones (complejas) entre los seres humanos y el medio ambiente (O'Neill et al., 2020). Estos escenarios se emplean en distintas escalas, sectores y áreas temáticas con el objetivo de proporcionar información más detallada para el campo de la investigación y para informar a los responsables políticos de, entre otras cuestiones, los posibles impactos susceptibles de generarse sobre un territorio determinado, así como de las medidas de mitigación y adaptación que se puedan desarrollar para hacer frente al cambio climático.

Estos modelos pueden presentar, sin embargo, algunas limitaciones que vienen dadas por la resolución espacial, la longitud de las series temporales de datos disponibles, así como también pueden surgir problemas al parametrizar las precipitaciones convectivas (Wehner et al., 2010).

Así, en el informe del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017) se realizan varias proyecciones de los recursos hídricos de las principales cuencas hidrográficas. En el caso de la cuenca del Tajo, el valor medio observado de las precipitaciones es de 692 mm/año y, para finales de siglo en RCP 8.5, se prevé la disminución media de las mismas del 15% siendo el rango de disminución generado a partir de distintas proyecciones climáticas del 12 – 29%. Por otro lado, se estima la variación de la evapotranspiración potencial (ETP), calculada en base a las temperaturas. Conforme a la predicción de aumento de las temperaturas mencionado, se estima un incremento medio de la ETP en la cuenca del Tajo del 18% (dentro del rango previsto por las distintas proyecciones climáticas del 15-30%). En lo que respecta a la evapotranspiración real (ETR), se estima una disminución de entre el 3 y el 13%, siendo la disminución media de un 8%. Finalmente, todas estas predicciones tienen como consecuencia la disminución de la escurrentía de cuyo valor mínimo se sitúa en el 18% y el máximo, en 51%.

Existen estudios previos, basados en los escenarios del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) como los de Cañada et al. (2012) y Fernández et al. (2011, 2012) sobre las disponibilidades hídricas de las subcuencas del río Tajo que afectan al territorio de la Comunidad de Madrid. En ellos, se concluye que la Comunidad de Madrid ya sufre en la actualidad un déficit hídrico estructural, ya que el promedio de la lluvia útil muestra un

valor negativo. No obstante, este valor medio enmascara importantes diferencias entre la zona y la meridional.

2.2 Formulación de hipótesis y definición de objetivos

El presente estudio se basa en la problemática del agua en España en un contexto del Cambio Climático y, en consecuencia, la hipótesis de trabajo podría formularse de la siguiente forma: *“las disponibilidades hídricas, en este caso de la Comunidad de Madrid, van a experimentar una reducción importante para finales del presente siglo, fruto de los impactos del Cambio Climático”*.

En consonancia con la hipótesis enunciada, el objetivo principal de este trabajo es *“Evaluación de las disponibilidades hídricas en las Cuencas del Guadarrama y Alberche, tanto su situación actual como en escenarios futuros de Cambio Climático”*. Este objetivo general se plasma, a su vez, en una serie de objetivos específicos que se van abordando, secuencialmente, en las distintas fases del Plan de Trabajo. Como objetivos específicos se plantean:

- Estudio de las disponibilidades hídricas actuales, mediante el cálculo del balance hídrico
- Evaluación de las disponibilidades hídricas para finales de siglo en el escenario de Cambio Climático RCP8.5.
- Análisis comparativo entre las disponibilidades hídricas actuales y futuras.

2.3 Metodología y fuentes de información

La metodología (o Plan de Trabajo) empleada para la consecución de los objetivos anteriormente mencionados consta de 5 fases: 1ª) configuración de la base de datos, 2ª) evaluación de las disponibilidades hídricas actuales, 3ª) estudio de las disponibilidades hídricas futuras, 4ª) Modelado espacial de las disponibilidades hídricas y 4ª) Plasmación gráfica y cartográfica de los resultados.

2.3.1 Fase 1: Configuración de la Base de datos termo-pluviométrica

En cuanto a la base de datos climáticos empleada, se han consultado distintas fuentes de información para los datos observados (actuales) y los datos proyectados (futuros). Estas fuentes se resumen en la siguiente figura.

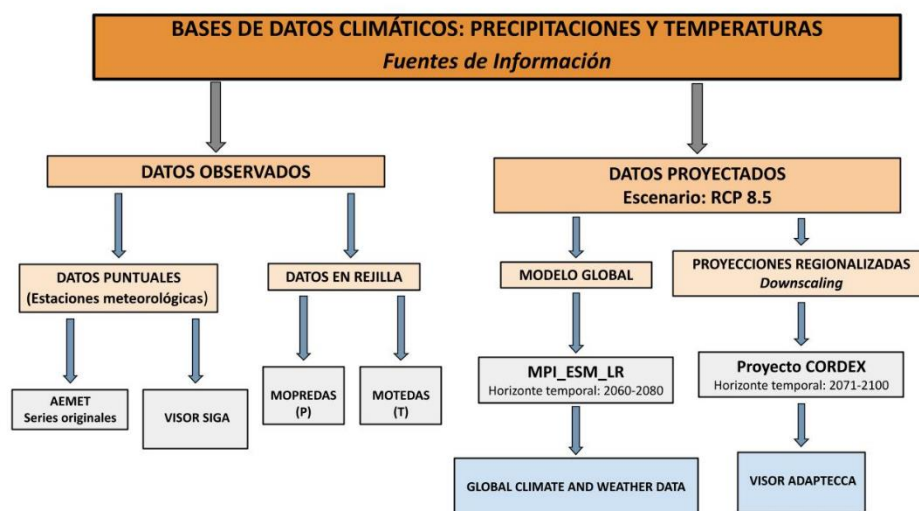


Figura 1 Organigrama de las fuentes de datos consultadas. Fuente: elaboración propia

A) Datos Observados

En los datos observados podemos encontrar dos tipos diferentes de datos: por un lado, se han utilizado los datos en rejilla de las bases de datos MOTEDAS y MOPREDAS y, por otro, los datos puntuales (datos climáticos recogidos en las diferentes estaciones meteorológicas de la AEMET, localizadas en la zona de estudio y áreas limítrofes).

a. Datos en rejilla MOTEDAS y MOPREDAS

En una primera aproximación al tema y, con la finalidad de conseguir la mayor cobertura espacial en la información climática, se utilizaron las bases de datos MOPREDAS (Monthly Precipitation Database) y MOTEDAS (Monthly Temperature Dataset of Spain) desarrolladas por González-Hidalgo, et al., a escala mensual (Gonzalez Hidalgo *et al.*, 2010 y 2015). Ambas bases de datos buscan maximizar los datos de la AEMET para analizar los procesos de calentamiento y el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas a una escala espacial muy detallada. Para hacer esto posible, la calidad, homogeneidad y coherencia de los datos ha sido el principal reto desde sus orígenes.

Para la elaboración de la base de datos de MOPREDAS (precipitaciones), se partía de una gran cantidad de series almacenadas por la AEMET (más de 10.000). Sin embargo, muchas de estas estaciones fueron abandonadas con un mes de registros (que no se solapan con los registros de las estaciones que las sustituyen). Lo primero que se hizo fue localizar aquellas series de datos sospechosas, homogeneizar las restantes y reconstruir los datos faltantes. En todos estos casos el cálculo de series de referencia (mediante matrices de correlación) fue clave para la obtención final de 2.670 series (del periodo 1946-2005) con una alta densidad espacial, con el mínimo posible de huecos en zonas de

alta montaña y despobladas. Finalmente, para hacer más manejables estos datos se interpolaron en una rejilla regular de 10 x 10 kilómetros, para lo que fue necesario normalizar los datos mensuales, ya que los valores absolutos muestran una alta influencia por la topografía que, a pesar de contar con una red densa de estaciones de datos observados, no es suficiente para que los puntos de la nueva rejilla sean verdaderamente representativos.

Para el caso de MOTEDAS (temperaturas), se partía de un total de 4.710 series, si bien se descartaron aquellas que tuvieran menos de siete años de registro, quedando un total de 3.066 series. Al igual que en MOPREDAS, las series restantes se sometieron a procesos de identificación y eliminación de datos sospechosos, homogeneización mediante pruebas estadísticas y reconstrucción de los datos faltantes con el mismo procedimiento empleado en la base de MOPREDAS. El número final de estaciones de datos observados fue de 1.358 para el periodo 1951-2010. Finalmente, estos datos también se interpolaron a una rejilla regular de 10 x 10 kilómetros, a través de las anomalías de diferencia (resta del valor medio para el periodo 1951-2010 a cada valor original).

La rejilla empleada finalmente en este trabajo se ajusta a un buffer de unos 10 kilómetros con respecto al perímetro de las cuencas del Guadarrama y el Alberche y consta de un total de 112 puntos o estaciones (ver figura 31 del Anexo I) para los cuales se ha realizado el cálculo de los promedios anuales de las temperaturas y las precipitaciones para los años comprendidos en el periodo 1981 – 2010, así como los promedios totales de estas variables, de manera que, finalmente, cada punto de la rejilla únicamente contaba con un valor promedio de temperaturas y precipitaciones para todo ese periodo.

Además, para los puntos que se localizan dentro de la cuenca del Guadarrama y su entorno más cercano (23 puntos) se ha calculado el balance hídrico

Sin embargo, a pesar de que los datos en rejilla ofrecen una mayor cobertura espacial, resultan inadecuados para esta escala tan detallada, puesto que se suavizan en demasía los valores de temperaturas, pero sobre todo los de precipitaciones. Es por ello por lo que, tras contrastar los resultados obtenidos para las precipitaciones, se optó por seguir trabajando con los datos puntuales de las estaciones meteorológicas existentes.

b. Datos puntuales de la AEMET y SIGA

Los datos suministrados por la AEMET son las series originales de temperaturas y precipitaciones, a partir de las cuales se calculan los promedios mensuales y anual de ambas variables. En el caso de los datos descargados del visor del *Sistema de Información de Datos Agrarios* (SIGA) son los promedios (mensual y anual) del período 1971-2010; en concreto se han extraído: temperaturas medias mensuales de todos los observatorios seleccionados y, en algún caso, el valor anual de precipitación o ETP. Respecto las precipitaciones, partimos de las series originales suministradas por la AEMET procediendo, seguidamente a su tratamiento estadístico.

El número total de estaciones empleadas es de 39 y, como puede apreciarse en la figura 32 (Anexo I) no todas ellas se localizan en las cuencas de los ríos Guadarrama y Alberche, sino que, también, se incluyen algunas estaciones correspondientes a las cuencas del Manzanares, Tajo Intermedio y Tiétar. Esto permite minimizar sesgos en el proceso de interpolación de los valores de las distintas variables.

B) Datos Proyectados

a. Datos proyectados del modelo global MPI-ESM-LR

Los datos de temperaturas y precipitaciones futuras se obtuvieron del modelo global MPI-ESM-LR desarrollado por el Instituto Max Planck de Alemania que aúna componentes que representan el ambiente, la superficie del terreno y el océano y el hielo marino³ y que forma parte del del experimento Coupled Model Inter-comparison Project, (CMPI5) (Taylor et al., 2012). Este proyecto corresponde a la quinta fase del proyecto de Intercomparación de Modelos Climáticos del Programa World Climate Research (WCRPs), vanguardia en cuanto a conjunto de datos multimodelo para producir nuevo conocimiento sobre el cambio climático a una escala reducida y forma parte del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) publicado en el 2014.

En el estudio de McSweeney et al. (2015) se presenta una metodología de selección de varios modelos que se adecúen al estudio regional de Europa, Sudeste de Asia y África, de manera que se evitan los modelos menos realistas, a la vez que se contempla el rango máximo de posibilidades de cambios de temperatura superficial y precipitaciones a nivel

³ <https://titulaciongeografia-sevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/2019-04-03MODELOs.pdf>

continental. En dicho estudio, el modelo MPI-ESM-LR se consolida como “satisfactorio” para el estudio regional de Europa.

Los datos necesarios se encuentran disponibles en forma de rejilla en la página web de WorldClim con 30'' de resolución. Las variables empleadas han sido la temperatura mínima media mensual, la temperatura mínima máxima mensual (ambas dos en °C) y la precipitación total mensual (en milímetros) y el horizonte temporal es el año 2070, como media del período 2061-2080. El escenario de cambio climático seleccionado, para hacer la comparación es el RCP 8.5 del AR5, ya que supone el peor escenario futuro posible con un forzamiento radiativo de 8.5 W/m^2 (con tendencia creciente) y una concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de 936 ppm para el año 2100.

Para obtener los valores de nuestra zona de estudio, se extrajeron los datos de la rejilla a formato Excel (reutilizando la capa de puntos de la interpolación de los datos de MOTEDAS y MOPREDAS con una resolución de 10 x 10 kilómetros) para poder trabajar con ellos, dado que las unidades no se corresponden con las necesarias. Además, es necesario calcular la temperatura media mensual a partir de los valores máximos y mínimos. Al igual que con los datos de las disponibilidades hídricas actuales, se calculan los valores anuales para poder calcular el balance hídrico y realizar su representación cartográfica mediante la herramienta de interpolación kriging ordinario.

b. Datos proyectados de modelos regionalizados del proyecto EURO-CORDEX

Conforme al procedimiento seguido con los datos observados, los datos del modelo MPI-ESM-LR se compararon con los disponibles en el visor de AdapteCCa. Estos datos en rejilla cuentan con una resolución de 10 kilómetros y son fruto de las labores de regionalización dinámica elaboradas en el proyecto EURO-CORDEX.

Este método de regionalización resulta ventajoso en cuanto a cobertura espacial, ya que es mayor a la obtenida mediante los métodos de regionalización estadística (Rodríguez y Gutiérrez, 2018).

El visor ofrece dos tipos de datos: los denominados “datos en rejilla ajustados” y los “datos en rejilla”. Ambos tipos están basados en un total de 16 modelos climáticos regionales que se anidan en distintos modelos climáticos globales del CMIP5 (Coupled

Model Intercomparison Project, fase 5 del Programa World Climate Research)⁴. En este caso, se han empleado los primeros, los cuales han sido sometidos a labores de corrección de sesgos por la Fundación Biodiversidad, que financió el proyecto de *Corrección de sesgos y nuevas funcionalidades para la herramienta de escenarios de cambio climático de AdapteCCa* (2018) incluido como actividad complementaria en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en 2017.

Para la obtención de los datos promedio de precipitaciones, temperaturas y evapotranspiración se emplearon las capas de las variables que aparecen en la página web como “Evapotranspiración potencial”, “Precipitación”, “Temperatura máxima” y “Temperatura mínima” en el periodo “Futuro lejano” (2071 – 2100). Para extraer los valores de ha reutilizado la capa de puntos de las estaciones de MOTEDAS y MOPREDAS. Todos los datos obtenidos fueron manipulados a fin de obtener los promedios anuales, a causa de que las unidades en las que se encuentran los datos no se ajustan a las requeridas. Por otra parte, fue necesario calcular la temperatura media anual a partir de los valores máximos y mínimos, al igual que con los datos del modelo MPI.

2.3.2 Fase 2 y 3: Evaluación de las disponibilidades hídricas actuales y futuras mediante el método del Balance Hídrico

El balance hídrico es un método empírico que estima el balance de todo el sistema hidrológico, empleando las precipitaciones mensuales, la precipitación anual y la estimación de la evapotranspiración potencial mensual y anual (Marini y Piccolo, 2000). Tiene como objetivo determinar los periodos de déficit o excedente de agua y en su representación gráfica se pueden apreciar las distintas fases que conforman el ciclo hidrológico. Sus componentes principales son las precipitaciones (entradas de agua al sistema), la evapotranspiración real y potencial (salidas del sistema) y la capacidad de retención del agua por el suelo. Esta última está estrechamente relacionada con la textura del suelo, aunque en este caso se ha considerado un valor estándar de 100 milímetros para todo el territorio. En el caso del clima Mediterráneo, estas reservas se van agotando según transcurren los meses más cálidos y comienzan a recuperarse con el inicio del otoño. El

⁴ Este proyecto tiene como finalidad la mejora de nuestro conocimiento del cambio climático y su desarrollo en fases sucesivas permite aumentar la calidad de los modelos climáticos de manera progresiva. Esta quinta fase fue desarrollada entre 2011 y 2013 y responde algunas de las cuestiones científicas que surgieron en la elaboración del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, publicado en 2007, y que se abordan en el Quinto Informe de Evaluación, de 2013. Para ampliar la información, consultar la página web del Programa Diagnóstico e Inter-comparación a través del siguiente enlace <https://pcmdi.llnl.gov/index.html>

método consiste en la elaboración de la denominada “*Ficha Hidrica*” para un periodo de tiempo concreto mediante el cálculo mensual y anual de las siguientes variables:

- Precipitación (P): componente más importante, ya que suponen el aporte directo de agua al sistema.
- Evapotranspiración potencial (ETP): es una aproximación del agua que volvería a la atmósfera en forma de vapor, a través de la evaporación de esta en superficie o mediante la transpiración de las plantas, si no existiesen restricciones de este recurso.
- Lluvia útil (P-ETP): esta diferencia entre las entradas y las salidas (potenciales) del sistema permite clasificar los meses húmedos (cuando la precipitación es mayor a la evapotranspiración) y los meses secos (si la precipitación es menor a la evapotranspiración).
- Reserva útil de agua en el suelo (RU): depende de las características del suelo y, como se ha mencionado anteriormente, se establece una capacidad de 100 mm (Thornthwaite, 1948) sin hacer diferencia entre el tipo de suelo y la cobertura vegetal. Este parámetro se estima mediante la suma de la lluvia útil (P-ETP de los meses húmedos) y la reserva útil del mes anterior. Para los meses secos, en los que la precipitación es menor a la ETP, los valores de RU dependen del sumatorio del Déficit.
- Variación de la reserva (VR): diferencia entre las reservas de un mes y las del mes anterior.
- Evapotranspiración real (ETR): volumen de agua que realmente se evapotranspira y que depende del agua disponible. Cuando la precipitación cubre la demanda potencial de agua (es decir, es mayor que la ETP), entonces ETP y ETR tienen el mismo valor. En el caso de que la precipitación sea menor que la ETP, entonces la ETR se configura como la suma de la precipitación de ese mes y el valor absoluto de la variación de la reserva.
- Déficit (D): volumen de agua que falta para cubrir las potenciales necesidades hídricas y se calcula como la diferencia entre la ETP y la ETR.
- Superávit (S): volumen de agua que no puede infiltrarse por estar saturado el suelo y que produce escorrentía superficial. Se distinguen entre los meses húmedos, cuyo valor responde a la diferencia entre la Precipitación y la ETR \pm la variación de la reserva (VR) y los meses secos, en los que obtiene el valor 0.

De todas ellas, se han identificado como fundamentales las precipitaciones, la evapotranspiración potencial (ETP), y la evapotranspiración real (ETR) puesto que constituyen las entradas y salidas del balance hídrico.

2.3.3 Fase 4: Modelización espacial de las disponibilidades hídricas anuales

Una vez calculado el balance hídrico, se aborda el modelado espacial de sus principales variables, mediante la aplicación métodos geoestadísticos implementados en un Sistema de Información Geográfica (SIG). El modelado espacial de los diferentes componentes del Balance hídrico se realiza tanto para la situación actual como la proyectada para finales de siglo. Igualmente, se genera el mapa de diferencias del balance hídrico del clima presente y futuro.

En este estudio se ha empleado el programa ArcGIS 10.7 y la herramienta de Análisis Geoestadístico. El método de interpolación utilizado ha sido kriging ordinario, dado que se trata de un procedimiento general en el que no es necesario conocer de antemano la tendencia que puedan seguir los datos. Para disminuir la influencia de los puntos más lejanos que configuran las capas empleadas en el proceso de la interpolación (puesto que existe un gran contraste entre los datos relativos a las zonas de montaña y a las zonas de piedemonte y de valle) el número de puntos vecinos que se han considerado han sido de un mínimo de 2 y un máximo de 6.

El cálculo de las diferencias entre las situaciones futura y presente se ha realizado a través de álgebra de mapas. Este proceso se ha realizado para casi todas las variables consideradas en el balance hídrico.

2.3.4 Fase 5: Plasmación gráfica y cartográfica de los resultados obtenidos

Finalmente, se exportaron todos los mapas resultantes y se realizaron los gráficos del balance hídrico de aquellas estaciones que se consideran representativas de los diferentes “zonas climáticas” existentes en el territorio objeto de estudio.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. LAS CUENCAS HIDRGRÁFICAS DE LOS RÍOS GUADARRAMA Y ALBERCHE

Las cuencas de los ríos Alberche y Guadarrama se encuentran en el centro de la Península Ibérica (delimitadas por el Sistema Central y el río Tajo al cual vierten sus aguas) y cuya extensión involucra a tres provincias distintas: Ávila, Madrid y Toledo, sumando entre las dos un total aproximado de 5818 Km².

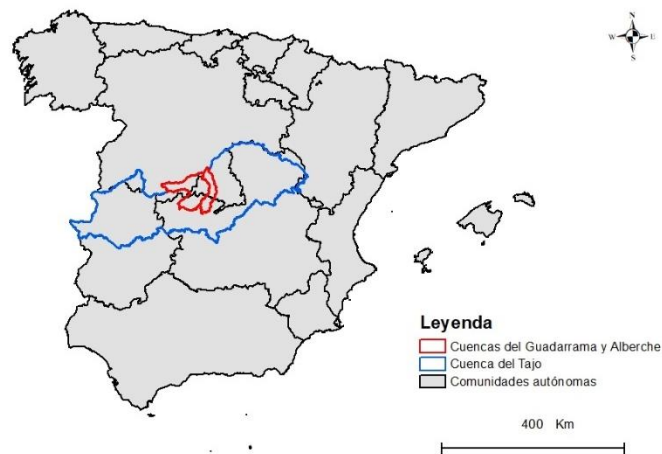


Figura 2. Localización de las cuencas de los ríos Guadarrama, Alberche y Tajo. Fuente: elaboración propia.

Estas cuencas se sitúan en latitudes medias caracterizadas por climas templados, en este caso, clima mediterráneo continentalizado según Papadakis y, según la clasificación de Köppen, Csa y Csb. Las características climáticas más destacables son la estacionalidad de las temperaturas, la sequía estival y la irregularidad de las precipitaciones. Los condicionantes del clima identificados por Fernández et al. (2011) en esta zona son los siguientes.

- La latitud: debido a su latitud esta zona se ve afectada por los mecanismos propios de los climas templados y los tropicales áridos, los cuales hacen que en invierno se produzca una sucesión de periodos lluviosos asociados a borrascas atlánticas y frentes polares y periodos secos asociados anticlones fríos; en verano, la Península se ve afectada por el anticiclón de las Azores, con días secos y calurosos y alguna tormenta de carácter convectivo
- La topografía: genera una regionalización climática entre los que se puede encontrar un clima más de montaña (más húmedo y con temperaturas más bajas) en la zona de la sierra y un clima mediterráneo continentalizado en las zonas bajas,

debido a que la Sierra de Guadarrama detiene las masas de aire húmedo procedentes del noroeste de la península, generando así una disimetría pluviométrica entre vertientes. En consecuencia, las zonas bajas de los valles se configuran como las más secas y de carácter semiárido, ya que se evapora más agua de la que precipita (Garrote e Iglesias, 2012).

- La continentalidad: por su posición central en la Península, la influencia del Mar Mediterráneo y el océano Atlántico sobre esta zona es menor, por la cual los veranos son muy calurosos y los inviernos muy fríos.

En las cuencas del Guadarrama y Alberche se pueden identificar tres unidades de relieve fundamentales, que son las que van a guiar los gradientes de termo pluviométricos en función de la altitud. De hecho, se ha comprobado estadísticamente la relación existente entre la serie de precipitaciones empleada y la altitud a través de un análisis ANOVA, dando como resultado un coeficiente de correlación de 0.9.

- Zona de altas cumbres: incluye las vertientes sur de la Sierra de Guadarrama y la Sierra de Gredos. La altitud es el factor que mayor influencia ejerce sobre las variables climáticas. Estos lugares se caracterizan por tener unas temperaturas bajas y precipitaciones abundantes, siendo la más habitual en forma de nieve. Presenta, por tanto, las características de humedad más altas, llegando a registrarse más de 1.000 mm/año en lugares como Navacerrada a casi 2.000 metros de altitud.
- Zona de rampa: constituye una zona de transición entre las cumbres y los fondos de valle. A partir de los 800 metros de altitud es cuando se produce un aumento de las precipitaciones y una disminución de las temperaturas que permite su diferenciación con respecto a las otras dos unidades.
- Fondos de valle: constituyen las zonas de menor altitud y se caracterizan por tener las temperaturas más cálidas y las menores precipitaciones. A diferencia de las altas cumbres, en esta área se registran unos totales pluviométricos comprendidos entre los 400 y los 500 milímetros anuales. La amplitud térmica anual es muy acusada, ya que en los meses de verano pueden registrarse temperaturas por encima de los 40°C y en invierno se pueden alcanzar mínimas por debajo de los – 10°C.

Desde la perspectiva de la disponibilidad de los recursos hídricos, debido al crecimiento de Madrid y su área metropolitana en las últimas décadas, se ha producido un aumento en la demanda de agua para el abastecimiento. El abastecimiento se realizaba, en un

principio, a partir de las cuencas de los ríos Lozoya, Jarama, Manzanares, Guadalix y Guadarrama, si bien, con el paso del tiempo se han ido incorporando a la red de abastecimiento nuevos recursos hídricos de la zona oeste, más concretamente de los ríos Cofio y Alberche (Fernández et al., 2012).

En el informe del Joint Research Centre (JCR) para el IV Informe PESETA (Bisselink, 2020) se establece que los periodos de escasez de agua se están prolongando e intensificando en Europa, especialmente en la zona mediterránea. Se espera un incremento gradual de la duración de los periodos de sequía, fundamentalmente en la Península Ibérica.

En consecuencia, será necesario tomar medidas de adaptación que permitan reducir la demanda de agua, para poder gestionar de manera eficiente los recursos hídricos, en este caso, entre las tres provincias que conforman las cuencas, evitando los conflictos entre las distintas administraciones competentes.

4. LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS ACTUALES

4.1 Las Precipitaciones (P)

Las precipitaciones son el aporte fundamental de agua al balance hídrico, el cual se ve condicionado por las cantidades totales de precipitación tanto mensuales, como anuales.

A la hora de estudiar esta variable, es necesario saber que existen pocas estaciones meteorológicas que tengan series completas y suficientemente largas, así como también existen pocos puntos de observación en las zonas de alta montaña.

El régimen medio y la variabilidad de las precipitaciones anuales en las series promedio de las cuencas del Guadarrama y el Alberche fue calculado en el estudio de Galán y Labajo (2016) y se resumen en la siguiente tabla.

	Media (mm)	Coefficiente de Variación (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Índice de Irregularidad	D1 (mm)	Q1 (mm)	Q2 (mm)
Alberche	581,0	22,4	878,3	359,0	2,4	431,1	472,9	514,4
Guadarrama	796,6	24,0	1320,7	540,2	2,4	582,6	615,8	682,6

Tabla 1. Fuente: Galán, E. y Labajo, J (2016)

El promedio regional obtenido en este estudio es de 648 milímetros anuales (similar a la media regional obtenida en el estudio de Galán y Labajo de 2016), si bien existe una gran diferencia entre los valores máximos y mínimos (véase Tabla 24 del Anexo IV). El valor

máximo resultado del proceso de interpolación es de unos 1.500 milímetros anuales. Por el contrario, el valor mínimo interpolado es de 261 milímetros y está asociado a la zona meridional - véanse Figuras 32 y 33 de mapas de localización y Tabla 7 del Anexo I y Tabla 11 del Anexo II.

En cuanto a su distribución espacial, se puede observar cómo la mayor parte del territorio del sector oriental de las cuencas del Guadarrama y Alberche (52%) cuenta con una precipitación anual comprendida entre los 400 y 600 mm, que contrasta con las zonas que comprenden la rampa de la sierra y las altas cumbres de las sierras de Guadarrama y del sector occidental de Gredos incluido en la cuenca del Alberche, en donde se superan los 800 milímetros anuales y que en conjunto abarcan el 23% de la superficie de la zona de estudio (véase Tabla 25 del Anexo IV).

De manera más restrictiva, los valores que superan los 1.200 milímetros anuales quedan relegados a las altas cumbres de Navacerrada y la Sierra de Gredos, (en el caso de Gredos existe una fuerte influencia de las estaciones de la cuenca del Tiétar) comprendiendo únicamente el 4% del territorio.

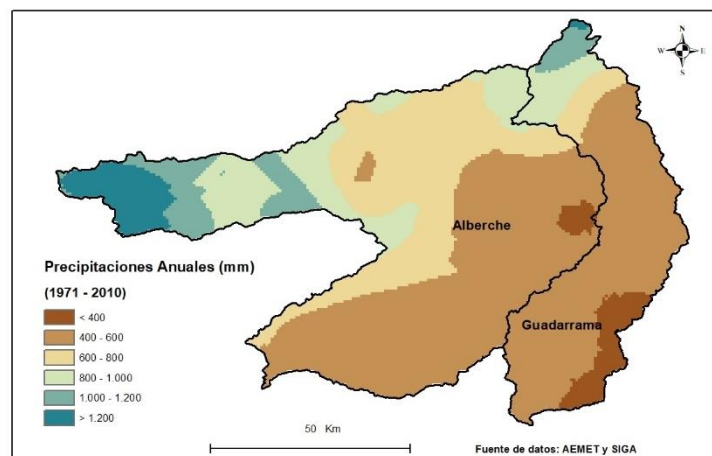


Figura 3. Fuente: elaboración propia

4.2 La Evapotranspiración Potencial (ETP)

La evaporación del agua depende fundamentalmente de la temperatura, por lo que en este caso es máxima en los meses de verano, cuando se registran las temperaturas más altas, y mínima en invierno. El valor medio anual de la ETP para ambas cuencas es de 760 mm, aunque su distribución está condicionada por el gradiente altitudinal de la temperatura, el cual tiene un comportamiento contrario al gradiente altitudinal de las precipitaciones, es decir, disminuye según se asciende en altura. Esto se traduce en un máximo interpolado de 834 milímetros en la zona meridional, alcanzándose valores próximos a 790 milímetros en las estaciones 3282 y 3358 de Ventas de Retamosa y Santa Olalla

respectivamente (véanse Figuras 32 y 33 de mapas de localización y Tabla 7 del Anexo I y Tabla 11 del Anexo II y Tabla 24 del Anexo IV).

Aproximadamente el 62 % del territorio de la región se encuentra en la clase en la que se encuentra el promedio anual, representando únicamente el 2% del territorio correspondiente a Navacerrada los valores inferiores a 650 milímetros (más concretamente, esta estación cuenta con la ETP mínima de unos 524 milímetros anuales) - véase Tabla 25 del Anexo IV.

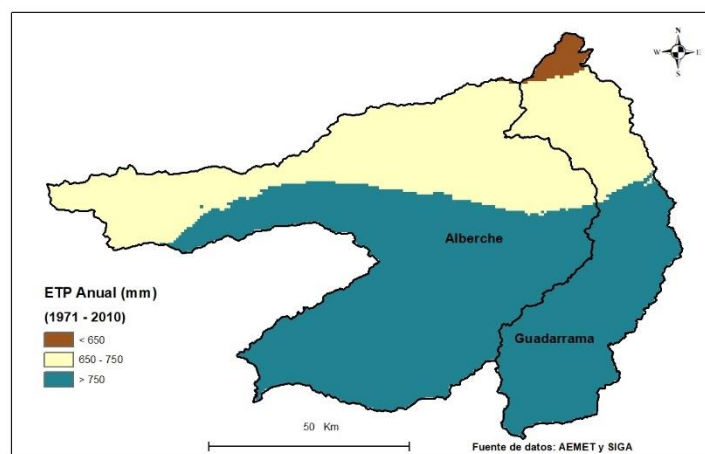


Figura 4. Fuente: elaboración propia

4.3 La Lluvia Útil (P-ETP)

El valor promedio regional de la precipitación útil tiene signo negativo, siendo un reflejo del déficit hídrico que ya padece la zona de estudio. Sin embargo, los valores máximos y mínimos quedan enmascarados por el valor medio, ya que el máximo interpolado tiene un valor de 734 milímetros y el mínimo, - 426 (véase Tabla 24 del Anexo IV). El alto valor obtenido en la desviación típica está relacionado con la variabilidad propia de las precipitaciones y de la ETP, siendo esta su característica fundamental.

La distribución espacial de la variable sigue un patrón similar al visto anteriormente de las precipitaciones. En las zonas de montaña, los valores de precipitación son mayores a los de evapotranspiración, siendo Navacerrada las que registra los valores más altos dentro del área de estudio, unos 700 milímetros anuales aproximadamente (véanse Figuras 32 y 33 de mapas de localización y Tabla 7 del Anexo I y Tabla 11 del Anexo). La parte del territorio de esta región que cuenta con valores por encima de los 600 milímetros anuales no llega al 1% (véase Tabla 25 del Anexo IV) y se corresponde con las cumbres más septentrionales y occidentales de las sierras de Guadarrama y Gredos, mientras que la mayor parte del sector oriental (en torno al 54%) se encuentra en el intervalo de entre los - 400 y los - 200 milímetros anuales.

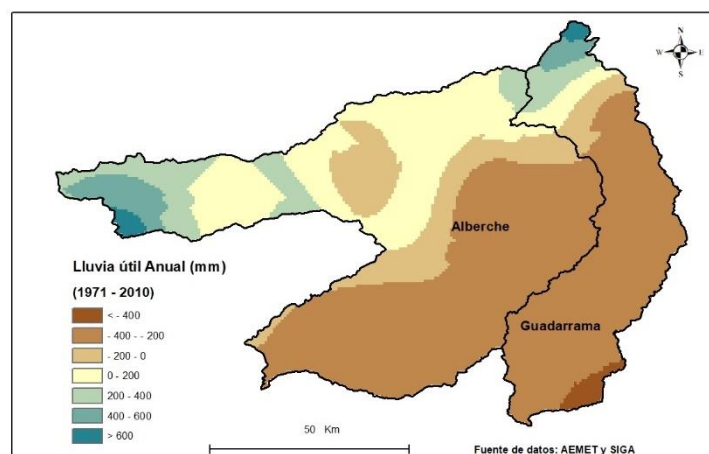


Figura 5. Fuente: elaboración propia.

4.4 La Evapotranspiración Real (ETR)

La distribución espacial de la ETR depende de las disponibilidades de agua, por lo que se producen diferencias significativas con respecto a la distribución espacial de la ETP, así como también se producen diferencias en cuanto a los estadísticos descriptivos.

El promedio regional es de 420 milímetros anuales, siendo el máximo interpolado de 511 milímetros y el mínimo, 380 milímetros (véase Tabla 24 del Anexo IV). Todos estos valores se encuentran muy por debajo de los obtenidos para la ETP, lo que muestra las menores disponibilidades de agua para evaporarse en comparación con la situación potencial.

Territorialmente, los valores máximos se localizan en el entorno de las sierras de Gredos y de Guadarrama, lo que supone menos del 4% del territorio (véase Tabla 25 del Anexo IV). La mayor parte del territorio (más concretamente el 54% que abarca la parte central de la zona de estudio) se encuentra entre los 400 y los 430 milímetros anuales, siendo el 22% de la zona meridional el que cuenta con los valores de ETR inferiores a 400 milímetros anuales.

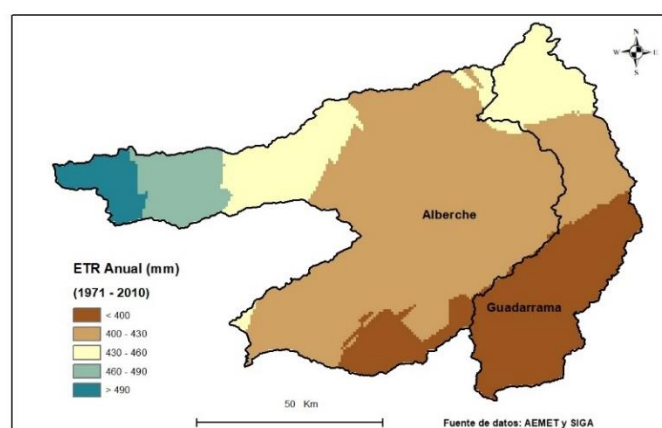


Figura 6. Fuente: elaboración propia

4.5 El Déficit (D)

El déficit hídrico resulta de la diferencia entre la ETP y la ETR, fruto de la ausencia de unas condiciones de humedad edáfica que permitan el desarrollo potencial (sin restricciones de agua) de la evapotranspiración.

El promedio regional es de 333 milímetros anuales, siendo el valor máximo interpolado de 425 milímetros anuales, localizados en la parte más meridional de la zona de estudio, y el mínimo de 148 milímetros (véase Tabla 24 del Anexo IV) relativos al sector suroccidental serrano de Gredos dentro del Alberche y en la parte septentrional de la cuenca del Guadarrama, coincidiendo con la zona de Navacerrada.

La distribución espacial de esta variable presenta grandes similitudes con respecto a la ETP. Aproximadamente, el 39% de la zona más septentrional de la región cuenta con un déficit anual comprendido entre los 200 y los 300 milímetros (siguiendo la zona de rampa) y únicamente el 2% obtiene valores por debajo de los 200 milímetros anuales (entorno de Navacerrada en la Cuenca del Guadarrama). Es el 26% del territorio más meridional el que presenta valores superiores a los 400 milímetros anuales (véase Tabla 25 del Anexo IV).

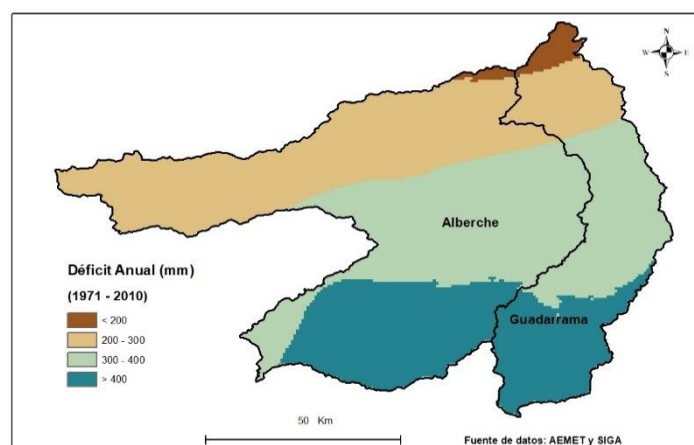


Figura 7. Fuente: elaboración propia

4.6 El superávit (S)

El promedio regional del volumen de agua que no puede infiltrarse por estar saturado el suelo y que produce escorrentía superficial es de 222 milímetros anuales, existiendo grandes contrastes espaciales, puesto que se ha obtenido un máximo interpolado de 895 milímetros en el sector suroccidental de Gredos, en la cuenca del Alberche y el sector septentrional de la cuenca del Guadarrama (registrando Navacerrada un valor de 816 milímetros), y un mínimo de 0,28 en el sector occidental de todo el ámbito de estudio considerado (véase Tabla 24 del Anexo IV).

Estos valores máximos suponen menos del 1% del territorio. Más de la mitad de la región (el 58%) cuenta con un superávit de menos de 200 milímetros anuales, siendo las estaciones sector más meridional las que cuentan con el superávit más bajo, el cual ronda los cero milímetros anuales, como por ejemplo Navalagamella con 72 milímetros anuales.

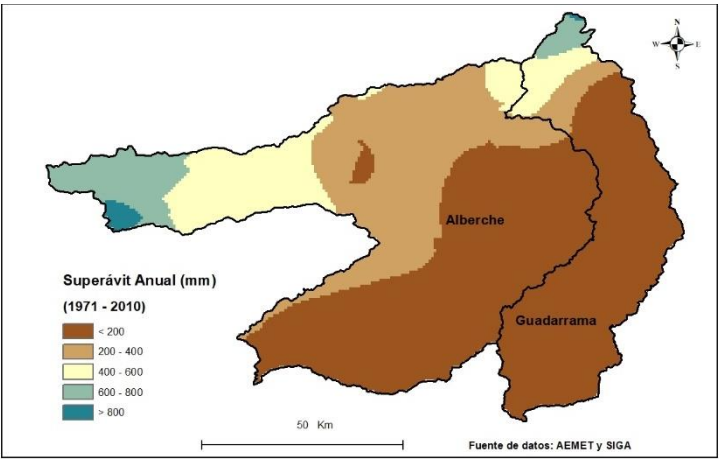


Figura 8. Fuente: elaboración propia.

4.7 Índice de Humedad (Ih)

En función de todo lo anterior, se ha querido conocer el nivel de aridez del territorio para el periodo actual. Para ello se ha empleado el Índice de humedad de la UNESCO, el cual divide el territorio en semiárido, subhúmedo y húmedo, en base al siguiente criterio:

Ih=P/ETP	< 0,3	Árido
	0,3 - 0,7	Semiárido
	0,7 - 1	Subhúmedo
	> 1	Húmedo

Tabla 2. Fuente: elaboración propia.

El valor promedio general para todo el territorio es de 0.86, por lo que tiene un carácter subhúmedo (véase Tabla 24 del Anexo IV).

Sin embargo, su distribución espacial muestra un gran contraste entre el NE y el SW de la región, diferenciándose dos zonas principales: una húmeda siguiendo las sierras (32% del territorio) y una semiárida predominante (52% del territorio) separadas por una banda subhúmeda de transición (16% restante) - véase Tabla 25 del Anexo IV.

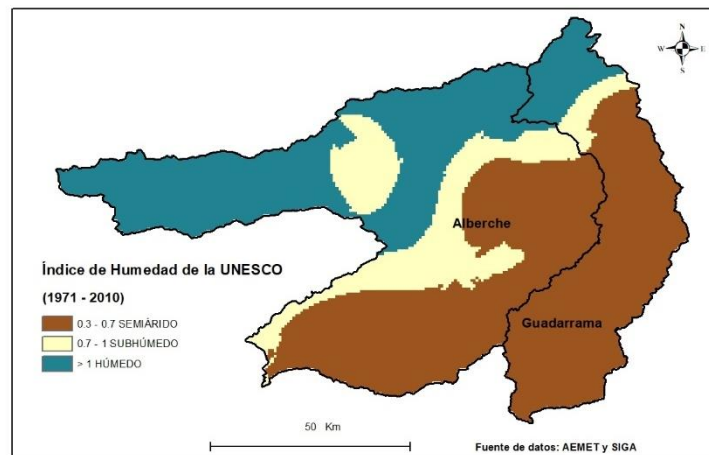


Figura 9. Fuente: elaboración propia.

4.8 Evolución del balance hídrico a lo largo del año

En el transcurso de este trabajo se ha hecho énfasis en la variabilidad espacio temporal del régimen hídrico y es precisamente esa temporalidad lo que se va a analizar en este trabajo.

Conforme a los resultados anteriores, se han escogido tres estaciones meteorológicas representativas de las zonas de sierras, rampa y fondos de valle (Figura 33 del Anexo I) para los cuales se ha realizado la representación gráfica de sus balances hídricos para analizar la diferente evolución del régimen hídrico en las tres grandes unidades que componen la región.

En representación de la zona serrana, se ha escogido la estación de Navacerrada, la cual muestra un régimen pluviométrico muy superior al de las otras dos estaciones (Tabla 11 del Anexo II). En su ficha hídrica (Tabla 12 del Anexo II), se observa cómo a partir de septiembre comienzan a aumentar las precipitaciones, suponiendo la carga de las reservas y se genera escorrentía a partir de octubre, cuando las precipitaciones superan los valores de la ETP y la ETR. A partir de junio, las precipitaciones disminuyen por debajo de los valores de la ETP y la ETR. La diferencia entre la ETP y la ETR supone una situación de déficit hídrico, la cual dura de junio a octubre y la diferencia entre la ETR y las precipitaciones constituye un periodo en el que se van gastando las reservas hídricas del suelo. Dicha situación se da entre los meses de junio a septiembre.

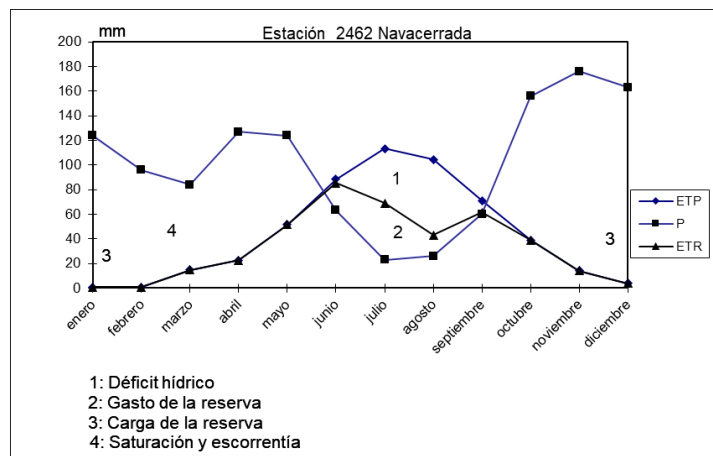


Figura 10. Fuente: elaboración propia.

Según se descende en altitud por la zona de la rampa, se observa un incremento importante de los valores de la ETP en los meses de verano y una disminución de las precipitaciones a lo largo del año. Al igual que en caso anterior, en la Estación de El Tiemblo comienzan a aumentar las precipitaciones a partir de septiembre, situándose por encima de los valores de la ETP y ETR a partir de octubre. No es, sin embargo, hasta noviembre que se terminan de recargar la reserva de humedad del suelo y, una vez saturado para este mes, comienza la escorrentia (véase Tabla 13 del Anexo II). Esta situación se mantiene hasta el mes de mayo y, a partir de junio, cuando la ETP aumenta significativamente, generándose una situación de déficit hídrico mucho más intensa que en el caso de Navacerrada y, en consecuencia, el área que comprende el gasto de la reserva útil es mucho mayor.

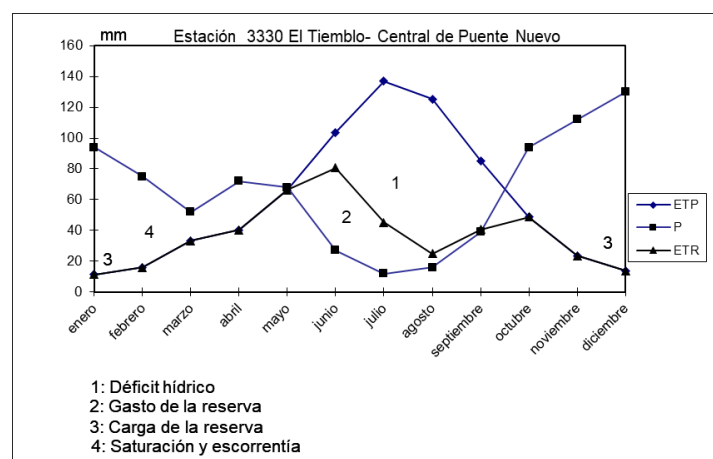


Figura 11. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la estación 3358 de Santa Olalla es la escogida como representante de la zona de fondo de valle meridional. En la figura 12 se observa que el periodo en el que las precipitaciones adquieren valores superiores a la ETP y ETR comienza a partir de octubre, no siendo hasta enero cuando comienza a producirse escorrentia debido a la

saturación del suelo (consúltase Tabla 14 del Anexo II). El fin de este periodo húmedo finaliza en abril y es a partir de entonces cuando la ETP comienza a tomar valores por encima de las precipitaciones y de la ETR, provocando la mayor situación de déficit hídrico entre las estaciones analizadas, la cual dura de mayo a octubre. Además, a partir del mes de abril comienza a producirse el gasto de la reserva de humedad del suelo hasta octubre, cuando comienza su recarga.

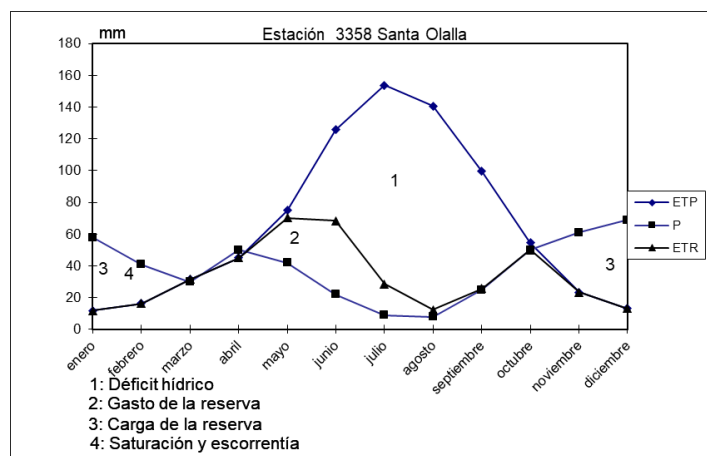


Figura 12. Fuente: elaboración propia.

5. LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS EN FUTUROS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

5.1 Las Precipitaciones (P)

El valor medio de las precipitaciones para las cuencas del Guadarrama y del Alberche sufre una disminución para finales de siglo hasta los 325 milímetros anuales. Los máximos y mínimos interpolados también son significativamente menores, no superando los 500 milímetros anuales en el caso de los máximos y los mínimos están por debajo de los 300 milímetros anuales (véase Tabla 24 del Anexo IV).

Los valores de precipitación anual más altos (Tabla 15 Anexo III) obtenidos se localizan en el entorno de la Sierra de Gredos incluido en la cuenca del Alberche (véase Figura 31 y Tabla 6 del Anexo 1), seguidas de las estaciones que se encuentran en el entorno de Navacerrada, en las que se superan los 400 milímetros anuales.

La distribución espacial de las precipitaciones mantiene ciertas similitudes con respecto al periodo 1971 – 2010. Los valores más altos siguen manteniéndose en las zonas de cumbres (constituyendo el 3,2% del territorio de la región) y los más bajos, por debajo de los 300 milímetros integran el 30% y se localiza en el sur de ambas cuencas. El territorio restante conforma una banda con valores intermedios- Tabla 26 Anexo IV.

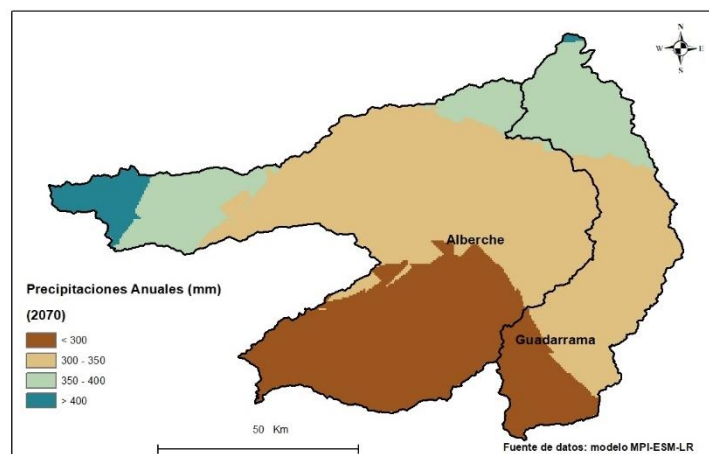


Figura 13. Fuente: elaboración propia.

5.2 La Evapotranspiración Potencial (ETP)

En este apartado se ha querido realizar una comparativa entre los datos ofrecidos por el modelo *MPI-ESM-LR* y el proyecto multimodelo de *AdapteCCa*, para observar la similitud entre ambos tipos de proyecciones.

En ambas proyecciones la ETP sufre un incremento sustancial con respecto a la situación actual, si bien es mucho mayor en el multimodelo, alcanzando un valor promedio regional de 870 y 905 milímetros anuales respectivamente (véase Tabla 24 del Anexo IV).

En ambos casos, los valores más altos superan los 900 milímetros anuales, abarcando una extensión territorial del 57 % para los datos del MPI y del 59% para *AdapteCCa* en la parte meridional (Tablas 26 y 27 del Anexo IV).

Por el contrario, los valores más bajos se restringen a las zonas de montaña. El porcentaje de territorio que muestra valores de ETP por debajo de 800 milímetros anuales es del 28% para el MPI y del 12% en el caso la proyección multimodelo.

En lo que respecta a la distribución territorial de estos porcentajes, se observa una clara diferencia entre la interpolación de ambos casos supuestos, pues en el caso de la proyección multimodelo la zona de Gredos muestra valores de ETP por encima de los 900 milímetros, mientras que en el MPI toda la banda norte de carácter más montañoso es la que presenta los menores valores.

Es por este motivo que se considera más adecuado el modelo MPI para continuar con el análisis de esta variable.

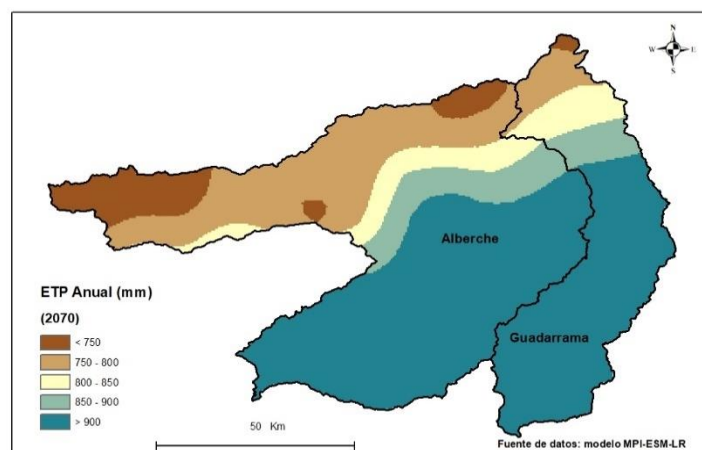


Figura 14. Fuente: elaboración propia.

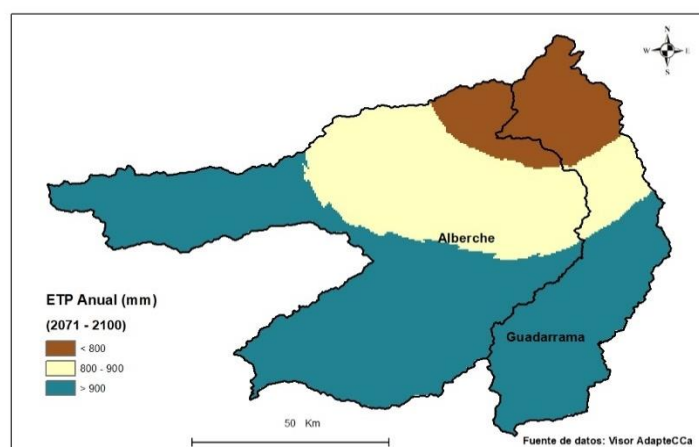


Figura 15. Fuente: elaboración propia.

5.3 La Lluvia Útil (P-ETP)

El promedio de la lluvia útil para el conjunto del territorio también experimenta una disminución drástica con respecto a la situación actual, si bien no se alcanzan valores positivos, por lo que el déficit hídrico se acentúa para finales de siglo- Tabla 24 del Anexo 24.

Las áreas con menores diferencias entre la precipitación y la evapotranspiración potencial se localizan en las zonas de montaña, representando el 2% del territorio. En la figura XX, se observa como casi la mitad de la región de estudio (45% del territorio) tiene una precipitación útil por debajo de los -600 milímetros anuales- Tabla 26 del Anexo IV.

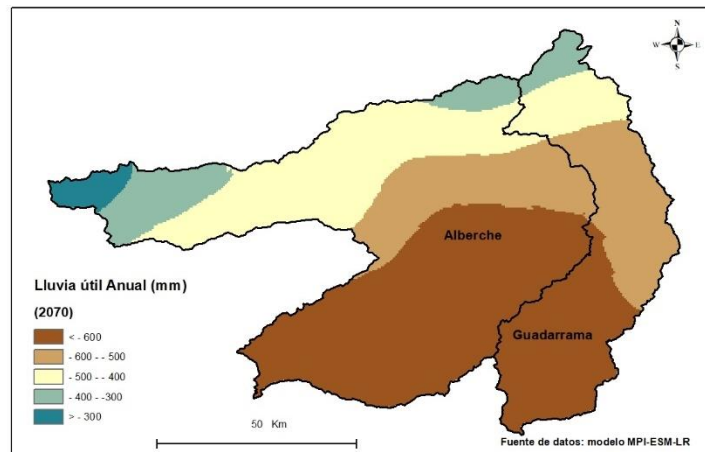


Figura 16. Fuente: elaboración propia

5.4 La Evapotranspiración Real (ETR)

Por su parte, la evapotranspiración real ha sufrido una disminución con respecto a la situación actual por la disminución de las precipitaciones y un aumento ETP, por lo que se espera que las disponibilidades hídricas disminuyan en el futuro. La variación entre los máximos y los mínimos interpolados es muy pequeña, con valores de 370 y 268 milímetros respectivamente (Tabla 24 del Anexo IV).

Los valores de ETR inferiores a 300 milímetros anuales se localizan en la parte más meridional de las cuencas del Guadarrama y Alberche, mientras que los valores más elevados se localizan en los entornos serranos de Guadarrama y Gredos, si bien esta situación está más acentuada en el sector de Navacerrada.

La superficie total que obtiene valores por debajo de los 300 milímetros anuales constituye el 33% del territorio, mientras que en el sector montañoso de Guadarrama se superan los 360 milímetros anuales y conforma menos del 1% (Tabla 26 del Anexo IV).

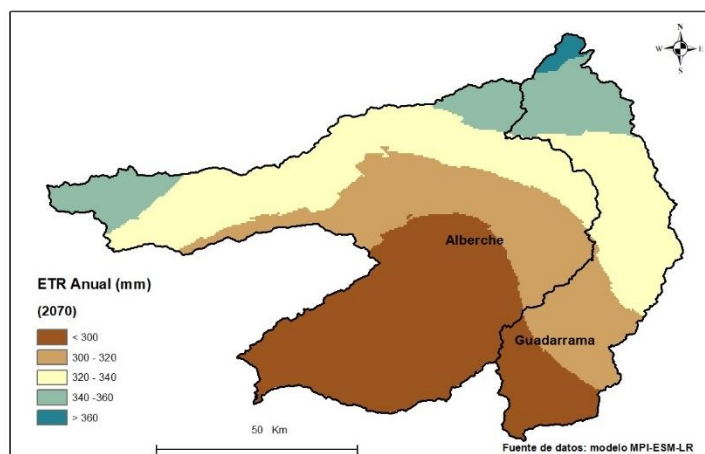


Figura 17. Fuente: elaboración propia.

5.5 El Déficit (D)

El déficit hídrico promedio también aumenta con respecto al periodo 1971 – 2010 hasta en 200 milímetros (se pasa de 333 a 557 milímetros anuales). Los valores máximos y mínimos también aumentan en una intensidad similar, así como también aumenta la variabilidad de los datos (véase Tabla 24 del Anexo IV).

Desde el punto de vista de la distribución espacial, se observa un ascenso en latitud de los valores máximos que abarcan el 46% del territorio. El déficit cuantificado por debajo de los 400 milímetros anuales queda restringido a las zonas de alta montaña de Navacerrada y Gredos, suponiendo el 5% del territorio aproximadamente (véase Tabla 26 del Anexo IV).

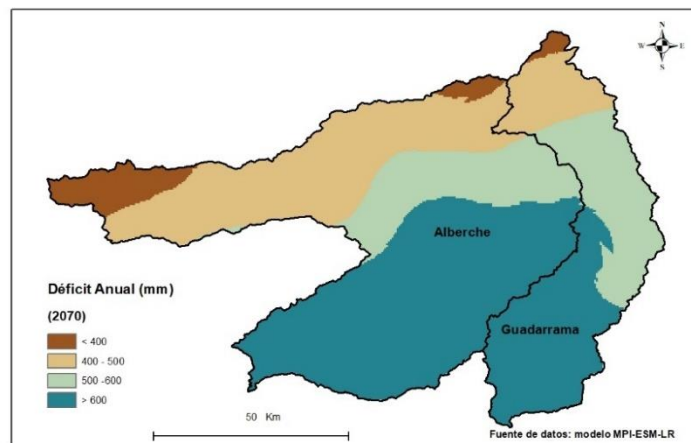


Figura 18. Fuente: elaboración propia.

5.6 El superávit (S)

Los excedentes hídricos promedio de la región disminuyen drásticamente para finales de siglo, desde los 222 milímetros anuales en la situación actual, hasta los 12. Los valores máximos y mínimos también disminuyen, siendo el mínimo interpolado de 0 milímetros (véase Tabla 24 del Anexo IV). La variabilidad espacial de esta variable también ha disminuido significativamente, de tal forma que el 85 % del territorio registra un superávit inferior a 25 milímetros anuales. Sólo el 2% del mismo muestra valores por encima de los 75 milímetros anuales (Tabla 26 del Anexo IV).

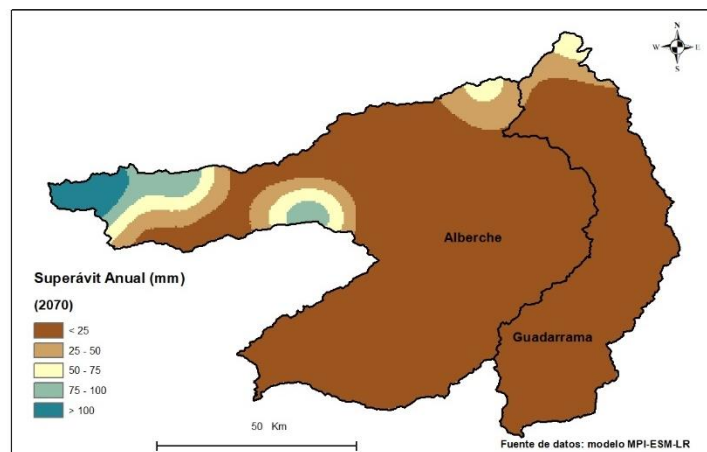


Figura 19. Fuente: elaboración propia

5.7 Índice de Humedad (Ih)

Por lo que se refiere al grado de aridez de este territorio, para finales de siglo se espera que se pierdan las características húmedas y subhúmedas de la parte N-NW del territorio, adquiriendo un carácter semiárido predominante (el 94% del territorio presenta estas características)-véase Figura 26 del Anexo IV- e incluso surge una región al sur que presenta características áridas.

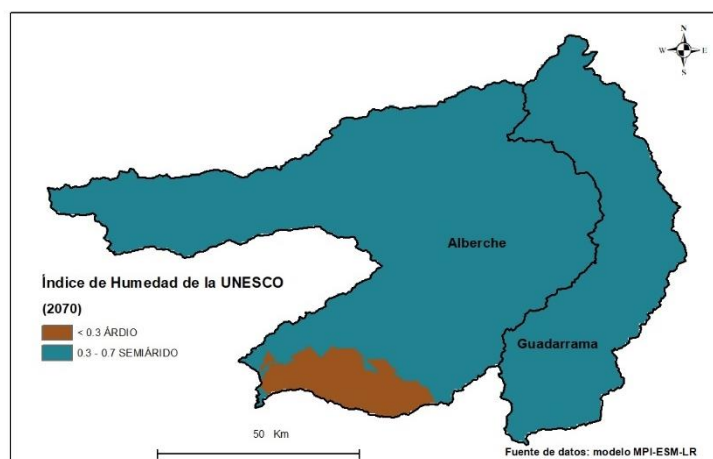


Figura 20. Fuente: elaboración propia.

5.8 Evolución del balance hídrico a lo largo del año

Al igual que en el apartado anterior de la situación actual, se ha querido analizar la variación intra anual del régimen hídrico. Para ello, se han escogido las estaciones de la rejilla cuyos identificativos son 4534, 5042 y 5426 y que se corresponderían con las estaciones de Navacerrada, El Tiemblo y Santa Olalla (véanse Figuras 31 y 33 del Anexo I).

En el balance de la estación 4534 se observa una clara diferencia con respecto al obtenido en la estación de Navacerrada, puesto que las precipitaciones disminuyen drásticamente

y, además, se retrasa un mes el momento en el que las precipitaciones comienzan a tomar valores por encima de la ETP y la ETR. En la estación de los meses húmedos únicamente se produciría escorrentía en los meses comprendidos entre enero y abril (Tabla 21 del Anexo III).

El periodo de déficit hídrico también se adelanta hasta el mes de abril, intensificándose significativamente el déficit hídrico, el cual dura hasta octubre. Las reservas útiles del suelo comienzan a gastarse en abril y se agotan en septiembre y no es hasta noviembre cuando comienza su recarga.

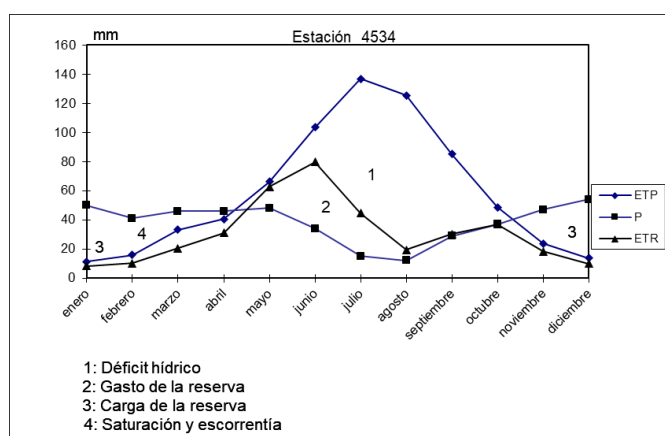


Figura 21. Fuente: elaboración propia.

Al igual que en el caso anterior, en la estación 5551 de la rejilla se observan cambios sustanciales con respecto a la de El Tiemblo. Las diferencias fundamentales se observan en lo que respecta a la disminución de las precipitaciones y la intensificación y prolongación del periodo de déficit hídrico, el cual comienza en marzo y termina en noviembre. Tal y como se puede ver en la ficha hídrica de esta estación (Tabla 22 del Anexo III) la reserva del suelo nunca llega al punto de saturación, por lo que no se produce escorrentía en todo el año. Además, dicha reserva comienza a gastarse en el mes de marzo hasta agotarse en agosto, no comenzando a recargarse hasta noviembre.

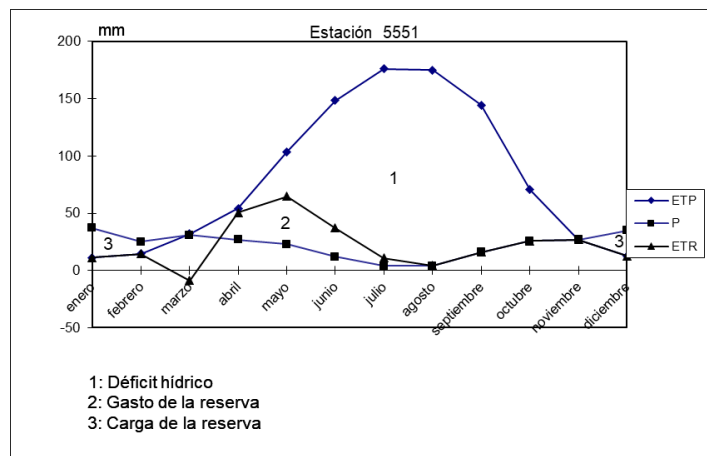


Figura 22. Fuente: elaboración propia.

Para concluir este apartado, se analizará la evolución del régimen hídrico mensual de la estación más meridional y que supone la culminación del incremento de la intensidad del periodo de déficit hídrico, con una duración de 8 meses (desde marzo hasta octubre ambos incluidos).

Las precipitaciones mensuales no superan los 40 milímetros, siendo diciembre y enero los meses que presentan los valores máximos de 36 milímetros (conútese Tabla 23 del Anexo III).

La reserva útil del suelo únicamente adquiere valores próximos a 100 en marzo, si bien nunca se produce la saturación del suelo, por lo que tampoco se genera escorrentía a lo largo del año. El agotamiento de la reserva se produce en agosto y su recarga comienza en noviembre.

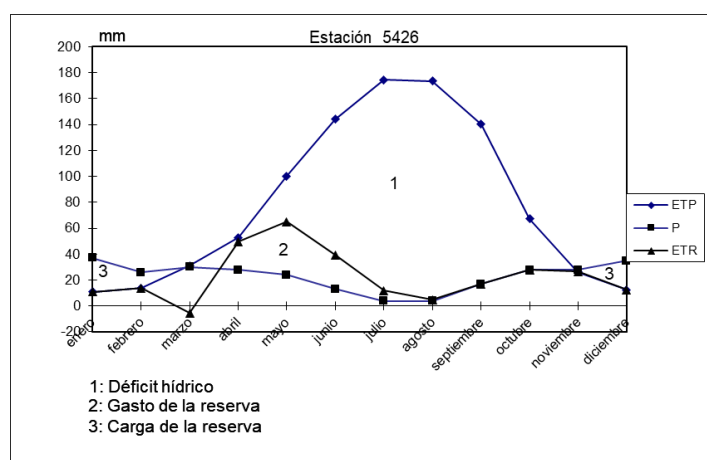


Figura 23. Fuente: elaboración propia.

6. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS FUTURAS Y ACTUALES

Una vez realizado el análisis de las disponibilidades hídricas proyectadas, abordamos el análisis comparativo entre la disponibilidad hídrica actual y la proyectada para finales de siglo, en el escenario RCP 8.5. A partir del mismo, se realiza el contraste de la hipótesis del trabajo formulada al inicio de la investigación.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la variación de las distintas variables consideradas en este estudio. En ella se observa el aumento que experimentan los valores promedio de ETP y el déficit, fruto del aumento de temperaturas para finales de siglo y la disminución de las precipitaciones (y aumento de su irregularidad). Sin embargo, resultan más sobresalientes los porcentajes de variación que sufren las precipitaciones, pero sobre todo el superávit, el cual disminuye hasta un 95%, lo que significa que apenas se producirá escorrentía por saturación del suelo. Todo ello manifiesta una clara disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos en las cuencas del Guadarrama y el Alberche para finales de siglo.

Variable	Situación Actual	2070 (MPI)	2071-2100 (CORDEX)	Diferencias	Variación	
P	648	325	487	-324	-0,5	Descenso
ETP	765	870	905	107	0,1398693	Aumento
P-ETP	-118	-547	-416	-429	3,6355932	Descenso
ETR	420	318		-107	-0,254762	Descenso
DEFICIT	333	557		224	0,6726727	Aumento
SUPERÁVIT	222	12		-211	-0,95045	Descenso

Tabla 3. Fuente: elaboración propia.

6.1 Las Precipitaciones (P)

El promedio regional de la diferencia observada en las precipitaciones se sitúa en 324 milímetros, lo que supone una reducción en torno al 50% respecto a la situación actual (Tabla 3). Desde el punto de vista espacial, los mayores descensos se localizan en las zonas altas (en puntos concretos de Guadarrama y Gredos se producen descensos superiores a los 800 milímetros).

En síntesis, el 41% del territorio experimentaría reducciones inferiores a 200 milímetros; en el 45% se situaría entre los 200 y 600 milímetros y, en el 5% restante del territorio, el volumen de precipitación arroja pérdidas superiores a este último valor (véase Tabla 28 del Anexo IV).

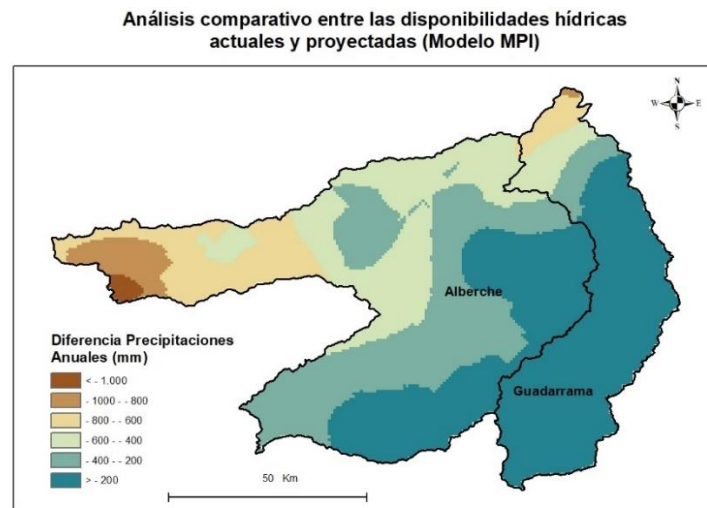


Figura 24. Fuente: elaboración propia

6.2 La Evapotranspiración Potencial (ETP)

En lo que concierne a la evapotranspiración potencial, cabe resaltar que se produce un aumento de 104 milímetros de media en la región de estudio, lo que equivale a un incremento del 14% con respecto a la situación actual (Tabla 3).

Los mayores incrementos se producirán en el sector más oriental de la zona objeto de estudio, con valores superiores a los 130 milímetros. Dicho sector engloba al 44% de la superficie territorial.

El aumento resulta menos pronunciado en el extremo occidental y septentrional (Figura 25 y Tabla 28 del Anexo IV).

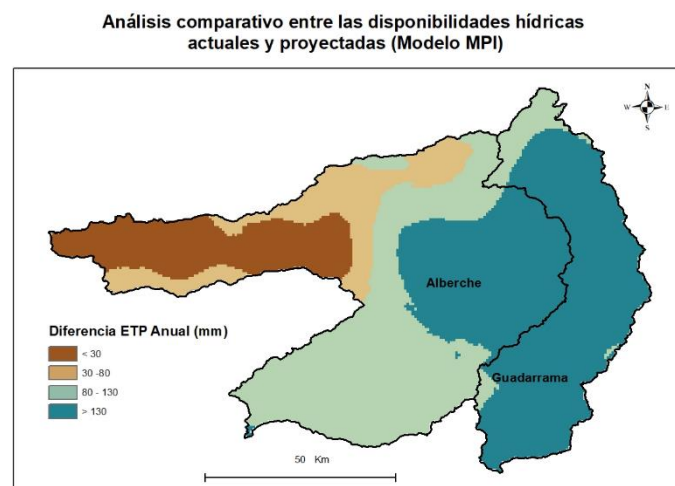


Figura 25. Fuente: elaboración propia.

6.3 La Lluvia Útil (P-ETP)

La precipitación útil muestra una tendencia negativa para finales de siglo, sufriendo un descenso promedio bastante elevado, debido al aumento de la diferencia entre las precipitaciones y la ETP (Tabla 3).

En este caso concreto, ambas subcuencas presentan un déficit generalizado de agua para finales del siglo XXI. Al igual que ocurría con las diferencias en la precipitación, las mayores diferencias entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial (P-ETP) se dan en las zonas de montaña, abarcando una superficie de aproximadamente el 3% (Figura 26 y Tabla 28 del Anexo IV). La mayor parte del territorio (el 57%), sin embargo, experimenta disminuciones menores a los 400 milímetros anuales y se corresponde con la zona meridional.

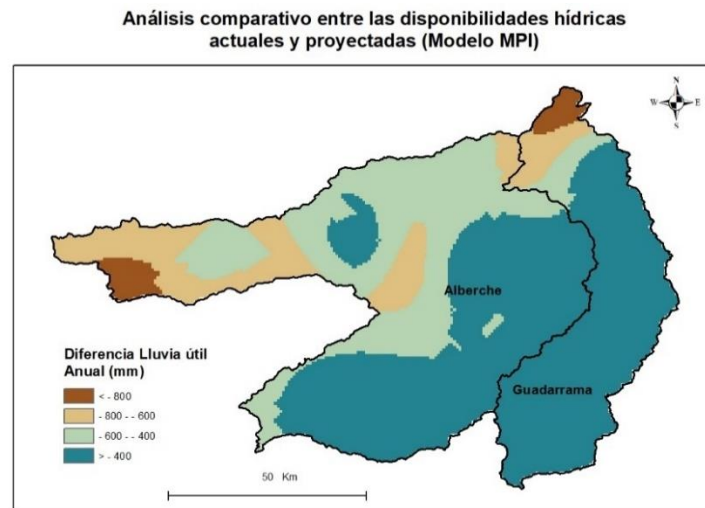


Figura 26. Fuente: elaboración propia

6.4 La Evapotranspiración Real (ETR)

La evapotranspiración real experimenta una disminución de 107 milímetros en el promedio regional, lo que representa una reducción del 25% respecto al periodo de referencia actual.

La figura 27 muestra las diferencias regionales, observándose como aproximadamente el 78% del territorio experimenta reducciones entre 80 y 140 milímetros.

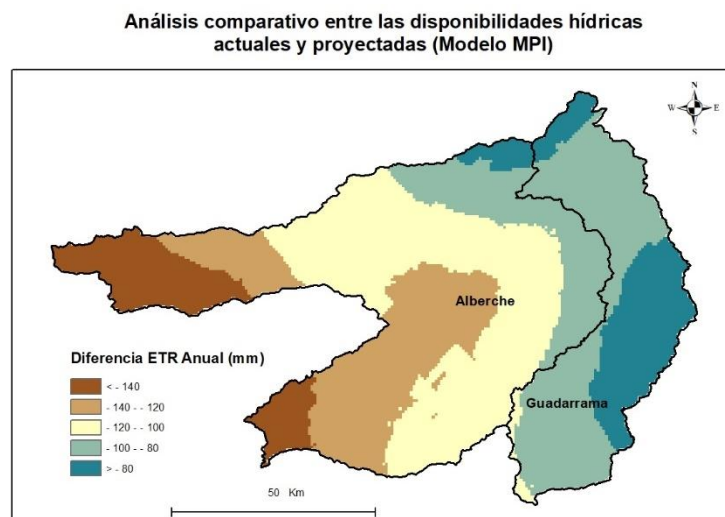


Figura 27. Fuente: elaboración propia.

6.5 El Déficit (D)

El déficit de agua aumentará en un 67%, pasando de 333 a 557 milímetros como media (Tabla 3). El promedio regional del déficit se incrementa en 225 milímetros, si bien en algunos puntos de la zona, dicho incremento supera los 300 milímetros anuales (Figura 28 y Tabla 24 del Anexo IV).

Más de la mitad del territorio (casi un 60%) experimenta un incremento próximo al valor medio, mientras que los aumentos menos acusados se aprecian en el externo occidental del Alberche (0,4% del territorio). Los aumentos más pronunciados se ubican en el SW de la cuenca del Alberche, abarcando el 7% de la superficie de la región (Figura 28 y Tabla 28 del Anexo IV).

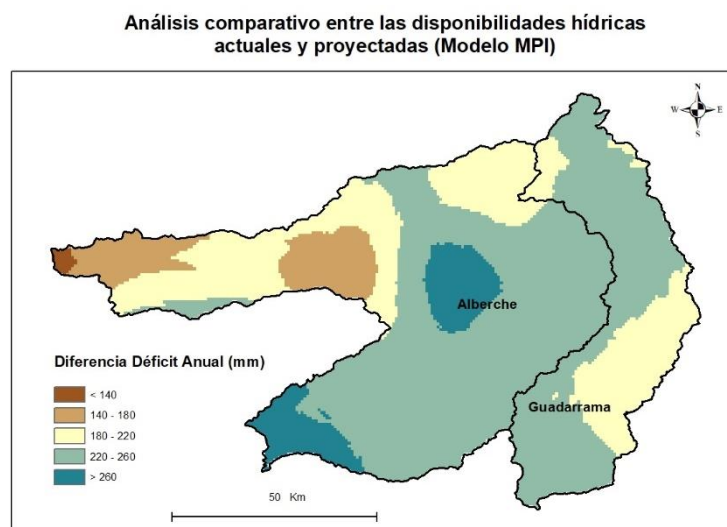


Figura 28. Fuente: elaboración propia.

6.6 El superávit (S)

El agua de escorrentía disminuye de manera sobresaliente en todo el territorio, hasta un 95% con respecto a la situación actual. El valor medio regional de reducción para el 2070 se sitúa en 211 milímetros (Tabla 24 del Anexo IV). Por otra parte, el reparto espacial de las diferencias pone de manifiesto unas pérdidas de escorrentías mayores en torno a Gredos y Navacerrada (Figura 29)

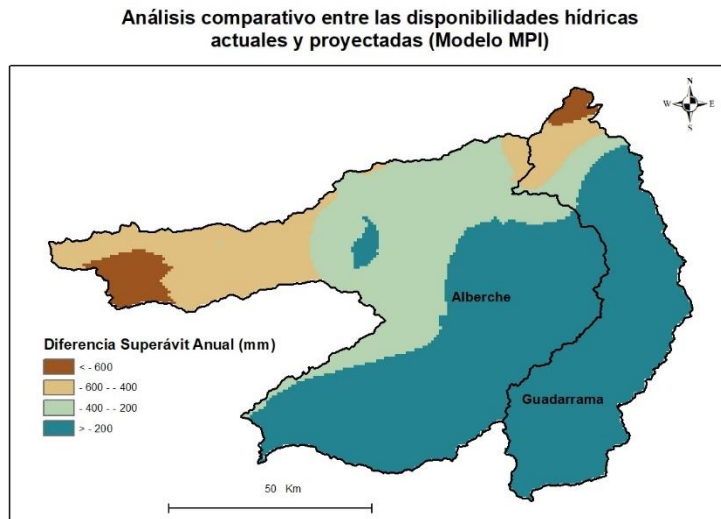


Figura 29. Fuente: elaboración propia.

6.7 Índice de Humedad (Ih)

Finalmente, los valores del Índice de la UNESCO disminuyen en todo el territorio, por lo que se adquieren unas características áridas generales. Es precisamente en las zonas de alta montaña donde se observan los mayores cambios, aunque solo representan el 0,6% del territorio. El resto de la Sierra de Guadarrama y la zona de rampa obtienen variaciones encuadrados dentro del segundo intervalo de valores más altos. Cerca del 60% del territorio presenta variaciones en torno a la media de $-0,5$ (véanse Tablas 24 y 28 del Anexo IV).

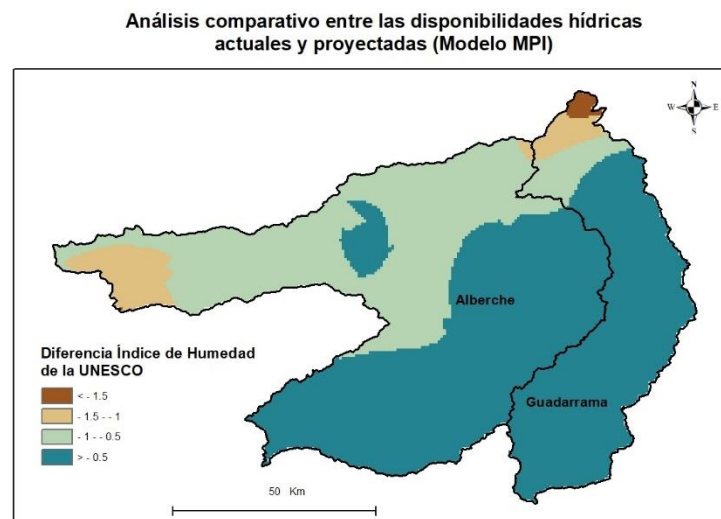


Figura 30. Fuente: elaboración propia.

7. CONSIDERACIONES FINALES

- A tenor de los resultados obtenidos en el presente estudio, queda ratificada la hipótesis de trabajo, verificándose como el cambio climático tendrá unos efectos muy negativos en las disponibilidades hídricas en las dos subcuencas del Tajo analizadas (Alberche y Guadarrama). Dichos impactos negativos se traducen en una importante reducción de los recursos hídricos para finales del presente siglo. La evolución de las distintas variables del balance hídrico pone de manifiesto el descenso que experimentará en las precipitaciones, la lluvia útil (P-ETP), la evapotranspiración real (ETR) y el superávit. En contraste, se evidencia un incremento en la ETP (acorde con el aumento de temperatura proyectado) y el déficit. Dichos resultados son concordantes con los obtenidos en otros trabajos publicados sobre la Comunidad de Madrid y áreas circundantes (Cañada et al., 2012; Fernández et al., 2012).
- El método de estudio y las técnicas estadísticas aplicadas para desarrollarlo, tanto en lo concerniente a la evaluación de las disponibilidades hídricas (método del Balance Hídrico) como el modelado espaciotemporal de éstas (métodos geoestadísticos implementados en ArcGIS) resulta adecuado para alcanzar los objetivos propuestos en el trabajo.
- La base de datos de MOTEDAS/MOPREDAS resulta inadecuada para trabajar a escalas tan detalladas, ya que se obtienen resultados muy suavizados que no reflejan la realidad territorial del momento actual como consecuencia del método empleado para construir dicha rejilla.
- El trabajo cartográfico realizado en este estudio constituye, sin duda, unos de los aspectos más relevantes del mismo, dado que facilitan en gran medida la comprensión de la evolución temporal y espacial de las distintas variables climáticas vinculadas con la disponibilidad del recurso hídrico en el contexto de Cambio Climático.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., (2008). *El Cambio Climático y el Agua*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra.
- CEDEX (2017). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Madrid.
- Cañada, R, Galán, E. y Fernández, F. (2012). Análisis de las disponibilidades hídricas en las cuencas hidrográficas de la Comunidad de Madrid: situación actual y previsiones futuras. *Territoris*, nº 8, pp. 41-62.
- Fernández, F. (1986). *El clima de la Meseta Meridional: los tipos de tiempo*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Colección de Bolsillo. Madrid.
- Fernández, F., Millán, A., Galán, E. y Cañada, R. (2011). Situación actual y proyecciones futuras de las disponibilidades hídricas en la Comunidad de Madrid. En Real Sociedad Geográfica (Ed.) *Agua y territorio. La cooperación hídrica en España* (pp. 77-100)
- Fernández, F., Galán, E., Cañada, R., Millán, A. y Labajo, J. (2012). Disponibilidades hídricas en la Comunidad de Madrid: Situación actual y proyecciones a lo largo del presente siglo. En Wolters Kluwer (Ed.) *Planificación y gestión del agua ante el cambio climático: experiencias comparadas y el caso de Madrid* (pp. 703-766)
- Galán, E. y Labajo, J. (2016). Sequías climáticas en la Comunidad de Madrid y áreas circundantes. *Libro jubilar en homenaje al profesor Antonio Olcina*. Edición ampliada. Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2016. pp. 85-106. ISBN: 978-84-16724-09-3. <http://dx.doi.org/10.14198/LibroHomenajeAntonioGilOlcina2016>
- Garrote, L. e Iglesias, A. (2012). *Adaptación al cambio climático. Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid*. Fundación Canal de Isabel II. Madrid.
- Gil, A. y Olcina, J. (2017). *Tratado de climatología*. Universidad de Alicante. Alicante.
- Gil, E., Morales, Y., Ochoa, T. (2021). Addressing the Effects of Climate Change on Modeling Future Hydroelectric Energy Production in Chile. *Energies*, vol. 14, nº 241.
- Giorgi, F., Raffaele, F. y Coppola, E. (2019). The response of precipitation characteristics to global warming from climate projections, *Earth System Dynamics*, nº 10, pp. 73-89. <https://doi.org/10.5194/esd-10-73-2019>
- González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M- y de Luis, M. (2010). A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (monthly precipitations trends December 1945-November 2005). *International Journal of Climatology*, vol. 31, nº 5, pp. 715-731.

- González-Hidalgo, J.C., Peña-Angulo, D., Brunetti, M. y Cortesi, N. (2015). MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and the trend in temperature (1951-2010). *International Journal of Climatology*, vol. 35, nº 15, pp. 4444-4463.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects*. Contribución del grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE UU.
- IPCC (2013): *Glosario* [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Lionello, P., Scarascia, L. (2020). The relation of climate extremes with global warming in the Mediterranean region and its north versus south contrast. *Regional Environmental Change*, vol. 20, nº 31. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01610-z>
- Manning, C., Widmann, M., Bevaqua, E. et al. (2019). Increased probability of compound long duration dry and hot events in Europe during summer (1950-2013). *Environmental Research Letters*, vol. 14, nº 9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab23bf>
- MIMAM (1998). *El libro del agua en España*, Ministerios de Medio Ambiente, Madrid.
- Milly, P.C.D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R.M., Kundzewicz, Z.W., Lettenmaier, D. y Stouffer, R.J. (2008). Stationarity is dead: whither water management? *Science*, vol. 319, pp. 573-574. <https://doi.org/10.1126/science.1151915>
- Mukherjee, S., Mishra, A. y Trenberth, K. E. (2018). Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices. *Current Climate Change Reports*, nº 4, pp. 145-163. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0098-x>
- O'Neill, B.C., Carter, T.R., Ebie, K et al. (2020). Achievements and needs for the climate change scenario framework. *Nature Climate Change*, nº 10, pp. 1074-1084. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00952-0>
- Organización Meteorológica Mundial (2018). *Guía de prácticas climatológicas*. ISBN 97-92-63-30100-0.
- Pita, M.F. (2000). Un nouvel indice pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (SudOuest de l'Espagne), *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 13, pp. 225-234

- Ribes, A., Qasmi, S. y Gillett, N.P. (2021). Making climate projections conditional on historical observations. *Science Advances*, vol. 7, nº 4.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, vol. 38, pp. 55-94.
- Wehner, M., Smith, R.L., Bala, G. y Duffy, P. (2010). The effect of horizontal resolution on simulation of very extreme US precipitation events in a global atmosphere model. *Climate Dynamics*, vol. 24, pp. 241-247.

9. RECURSOS WEB

Visor web AdapteCCa:

https://escenarios.adaptecca.es/#&model=EURO-CORDEX-EQM.average&variable=tasmax&scenario=rcp85&temporalFilter=year&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE

WorldClim:

<https://www.worldclim.org/data/v1.4/cmip5.html>

Visor SIGA:

<https://sig.mapama.gob.es/siga/>

10. ANEXOS

ANEXO I. Localización de las estaciones de la rejilla y de la AEMET

Localización de las estaciones de la rejilla MOTEDAS y MOPREDAS

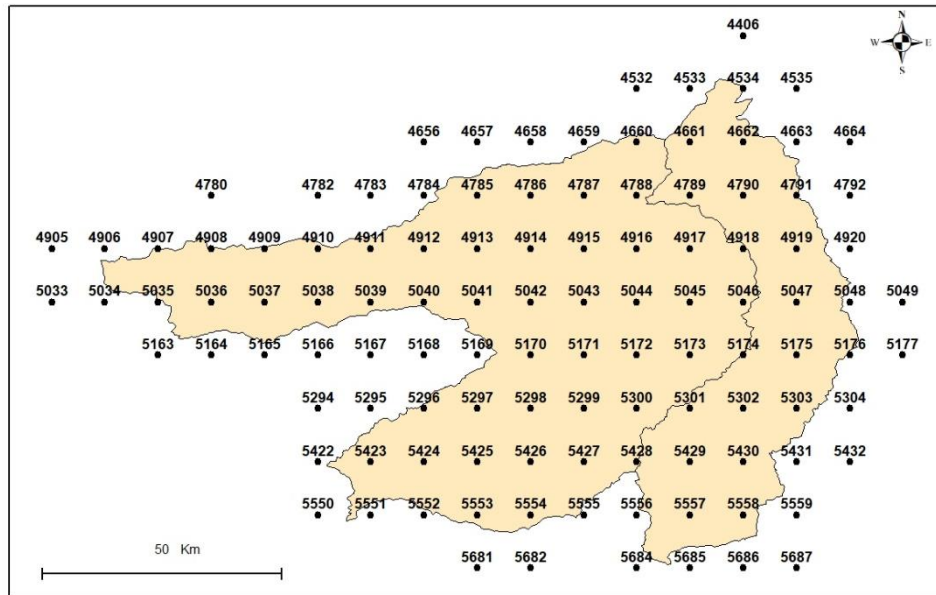


Figura 31. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Altitud	X	Y
4406	1153	413632,606	4525386,615
4532	1182	396624,9018	4514502,202
4533	1437	405063,8542	4514389,161
4534	1742	413502,7634	4514285,742
4535	1445	421941,6334	4514191,947
4656	1142	362663,1159	4503949,531
4657	1160	371114,9306	4503798,066
4658	1251	379566,6856	4503656,224
4659	1447	388018,3846	4503524,003
4660	1626	396470,0317	4503401,402
4661	1122	404921,6307	4503288,42
4662	966	413373,1855	4503185,057
4663	1039	421824,7001	4503091,311
4664	836	430276,1784	4503007,182
4780	1141	328599,6112	4493550,342
4782	1098	345528,9854	4493180,238
4783	1136	353993,5607	4493009,618
4784	1334	362458,0667	4492848,618
4785	1321	370922,5075	4492697,235
4786	1215	379386,887	4492555,47
4787	1280	387851,2093	4492423,32
4788	1344	396315,4783	4492300,786
4789	886	404779,6981	4492187,865
4790	891	413243,8727	4492084,558
4791	851	421708,006	4491990,863
4792	670	430172,1022	4491906,78
4905	1023	302912,0525	4483076,206
4906	1722	311389,6469	4482857,589
4907	1904	319867,1499	4482648,594
4908	1616	328344,5657	4482449,218
4909	1828	336821,8984	4482259,46
4910	1414	345299,152	4482079,319
4911	1197	353776,3306	4481908,793
4912	958	362253,4383	4481747,882
4913	1224	370730,4793	4481596,583
4914	775	379207,4575	4481454,896
4915	764	387684,3771	4481322,82
4916	1085	396161,2422	4481200,354
4917	736	404638,0569	4481087,496

Tabla 4. Localización puntos rejilla Parte 1. Fuente: elaboración propia

Identificativo	Altitud	X	Y
4918	670	413114,8253	4480984,246
4919	629	421591,5515	4480890,603
4920	685	430068,2396	4480806,566
5033	1873	302619,777	4471974,896
5034	1649	311109,9584	4471756,403
5035	1618	319600,0464	4471547,525
5036	1288	328090,0452	4471348,262
5037	1307	336579,9589	4471158,612
5038	1060	345069,7917	4470978,573
5039	1492	353559,5478	4470808,144
5040	1815	362049,2313	4470647,323
5041	1217	370538,8465	4470496,11
5042	702	379028,3975	4470354,504
5043	592	387517,8885	4470222,502
5044	671	396007,3238	4470100,105
5045	511	404496,7074	4469987,311
5046	613	412986,0437	4469884,12
5047	641	421475,3369	4469790,53
5048	692	429964,591	4469706,541
5049	608	438453,8104	4469632,153
5163	1291	319333,4947	4460446,623
5164	835	327836,0505	4460247,475
5165	1114	336338,5193	4460057,934
5166	650	344840,9053	4459877,999
5167	490	353343,2129	4459707,669
5168	575	361845,4462	4459546,942
5169	776	370347,6097	4459395,816
5170	648	378849,7075	4459254,292
5171	562	387351,744	4459122,367
5172	497	395853,7235	4459000,041
5173	580	404355,6502	4458887,312
5174	639	412857,5284	4458784,181
5175	613	421359,3625	4458690,645
5176	676	429861,1567	4458606,705
5177	610	438362,9154	4458532,36
5294	591	344612,4934	4448777,599
5295	695	353127,3265	4448607,369
5296	732	361642,0837	4448446,737
5297	591	370156,7695	4448295,701
5298	454	378671,3882	4448154,26

Tabla 5. Localización puntos rejilla Parte 2. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Altitud	X	Y
5299	488	387185,9441	4448022,414
5300	551	395700,4418	4447900,16
5301	641	404214,8855	4447787,498
5302	600	412729,2797	4447684,428
5303	600	421243,6287	4447590,948
5304	605	429757,937	4447507,057
5422	563	344384,5568	4437677,372
5423	485	352911,8894	4437507,245
5424	410	361439,1444	4437346,71
5425	390	369966,3265	4437195,765
5426	441	378493,4399	4437054,41
5427	534	387020,4893	4436922,642
5428	570	395547,4791	4436800,463
5429	559	404074,4138	4436687,869
5430	518	412601,2979	4436584,861
5431	577	421128,1359	4436491,437
5432	549	429654,9322	4436407,598
5550	372	344157,096	4426577,317
5551	372	352696,9021	4426407,295
5552	446	361236,6289	4426246,859
5553	482	369776,2811	4426096,007
5554	529	378315,8634	4425954,739
5555	560	386855,3801	4425823,053
5556	486	395394,836	4425700,949
5557	481	403934,2356	4425588,425
5558	495	412473,5835	4425485,48
5559	494	421012,8843	4425392,114
5681	409	369586,6341	4414996,428
5682	460	378138,659	4414855,249
5684	416	395242,5129	4414601,618
5685	437	403794,3513	4414489,165
5686	512	412346,1369	4414386,285
5687	491	420897,8744	4414292,978

Tabla 6. Localización puntos rejilla Parte 3. Fuente: elaboración propia.

Localización de las estaciones de la AEMET

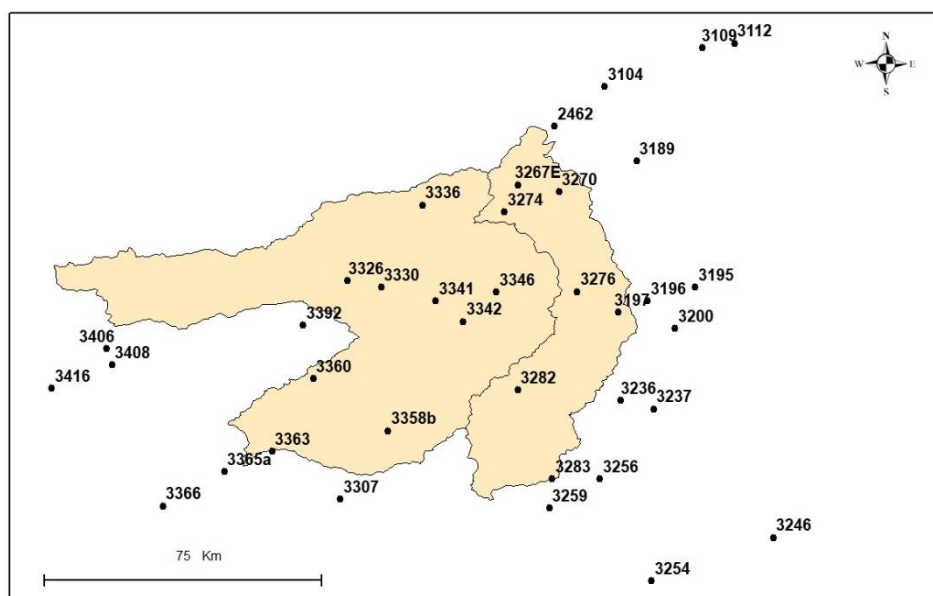


Figura 32. Fuente: elaboración propia.

Localización de las estaciones de la AEMET

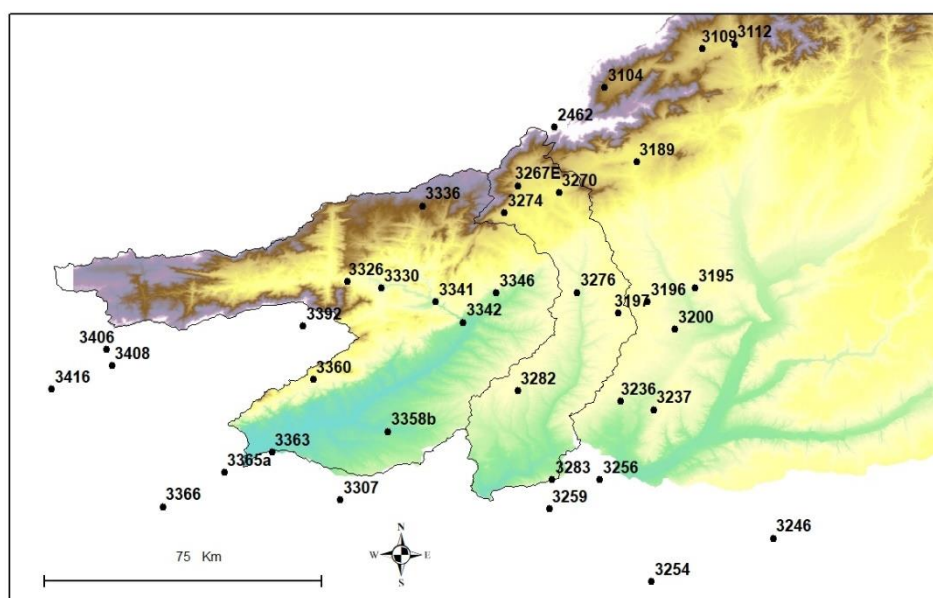


Figura 33. Fuente: elaboración propia.

Nombre	Identificativo	Altitud	X	Y
Alcorcón	3197	680	427399	4465799
Arenas de San Pedro	3408	510	322060	4453208
Bargas	3283	598	413132	4420853
Brunete	3276	580	418965	4471436
Calera y Chozas	3366	593	331794	4414810
Candeleda	3416	430	309369	4447192
Cazalegas	3363	380	354885	4429141
Cuatro Vientos	3196	687	433494	4468749
El Hornillo	3406	746	320984	4457707
El Tiemblo	3330	580	378366	4473141
Embalse de La Jarosa	3267E	1060	407000	4500487
Esquivias	3237	605	434487	4439524
Getafe	3200	617	439094	4461302
Illescas	3236	580	427642	4441899
La Adrada F El Castañarejo	3392	720	361975	4463168
La Guardia	3246	699	459161	4404510
Las Navas del Marqués	3336	1220	387183	4495287
Malpica de Tajo	3307	398	368890	4415934
Mocejón de La Sagra	3256	478	423101	4420746
Mora de Toledo	3254	717	433610	4392973
Navacerrada	2462	1894	414745	4516276
Navalagamella	3364	540	402223	4471481
Pelahustán	3360	677	363838	4448637
Presa de Manzanares	3189	908	431550	4506620
Presa de Puentes Viejas	3312	960	451939	4538377
Presa de Riosequillo	3109	1020	445388	4537189
Presa de San Juan	3341	540	389627	4469266
Presa del Burguillo	3326	750	371326	4475109
Rascafría (El Paular)	3104	1159	425184	4526881
Retiro	3195	667	443427	4472368
San Lorenzo del Escorial	3195	1028	404086	4493122
Santa Olalla	3358b	450	379160	4434268
Talavera	3365a	371	344812	4423788
Toledo Lorenzana	3259	540	412443	4412919
Ventas de Retamosa	3282	625	406309	4444986
Villa del Prado	3342	523	395210	4463635
Villalba	3270	917	415433	4498535

Tabla 7. Fuente: elaboración propia.

ANEXO II. Resultados estadísticos de los datos observados

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Temperatura Anual	Precipitación Anual
4406	-4,025	40,875	1153	12	627
4532	-4,225	40,775	1182	12	603
4533	-4,125	40,775	1437	12	633
4534	-4,025	40,775	1742	12	645
4535	-3,925	40,775	1445	12	640
4656	-4,625	40,675	1142	12	518
4657	-4,525	40,675	1160	12	530
4658	-4,425	40,675	1251	12	560
4659	-4,325	40,675	1447	12	600
4660	-4,225	40,675	1626	12	627
4661	-4,125	40,675	1122	12	637
4662	-4,025	40,675	966	12	639
4663	-3,925	40,675	1039	12	626
4664	-3,825	40,675	836	13	595
4780	-5,025	40,575	1141	12	635
4782	-4,825	40,575	1098	12	594
4783	-4,725	40,575	1136	12	568
4784	-4,625	40,575	1334	13	568
4785	-4,525	40,575	1321	13	576
4786	-4,425	40,575	1215	13	595
4787	-4,325	40,575	1280	13	620
4788	-4,225	40,575	1344	12	639
4789	-4,125	40,575	886	13	634
4790	-4,025	40,575	891	13	621
4791	-3,925	40,575	851	13	592
4792	-3,825	40,575	670	13	562
4905	-5,325	40,475	1023	12	697
4906	-5,225	40,475	1722	12	705
4907	-5,125	40,475	1904	12	715
4908	-5,025	40,475	1616	12	708
4909	-4,925	40,475	1828	12	690
4910	-4,825	40,475	1414	13	665
4911	-4,725	40,475	1197	13	638
4912	-4,625	40,475	958	13	616
4913	-4,525	40,475	1224	13	611
4914	-4,425	40,475	775	13	619
4915	-4,325	40,475	764	13	635
4916	-4,225	40,475	1085	13	631
4917	-4,125	40,475	736	13	614
4918	-4,025	40,475	670	13	590

Tabla 8. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 1. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Temperatura Anual	Precipitación Anual
4919	-3,925	40,475	629	13	561
4920	-3,825	40,475	685	14	528
5033	-5,325	40,375	1873	13	758
5034	-5,225	40,375	1649	13	777
5035	-5,125	40,375	1618	13	793
5036	-5,025	40,375	1288	13	783
5037	-4,925	40,375	1307	13	756
5038	-4,825	40,375	1060	13	727
5039	-4,725	40,375	1492	14	688
5040	-4,625	40,375	1815	14	658
5041	-4,525	40,375	1217	14	652
5042	-4,425	40,375	702	14	637
5043	-4,325	40,375	592	14	626
5044	-4,225	40,375	671	14	607
5045	-4,125	40,375	511	14	568
5046	-4,025	40,375	613	14	541
5047	-3,925	40,375	641	14	512
5048	-3,825	40,375	692	14	482
5049	-3,725	40,375	608	14	456
5163	-5,125	40,275	1291	14	845
5164	-5,025	40,275	835	14	837
5165	-4,925	40,275	1114	14	808
5166	-4,825	40,275	650	14	768
5167	-4,725	40,275	490	14	719
5168	-4,625	40,275	575	14	687
5169	-4,525	40,275	776	15	661
5170	-4,425	40,275	648	14	632
5171	-4,325	40,275	562	15	593
5172	-4,225	40,275	497	14	544
5173	-4,125	40,275	580	15	501
5174	-4,025	40,275	639	14	468
5175	-3,925	40,275	613	14	441
5176	-3,825	40,275	676	15	437
5177	-3,725	40,275	610	15	427
5294	-4,825	40,175	591	15	771
5295	-4,725	40,175	695	15	717
5296	-4,625	40,175	732	15	674
5297	-4,525	40,175	591	15	637
5298	-4,425	40,175	454	15	596
5299	-4,325	40,175	488	15	551

Tabla 9. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 2. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Temperatura Anual	Precipitación Anual
5300	-4,225	40,175	551	15	492
5301	-4,125	40,175	641	15	438
5302	-4,025	40,175	600	15	409
5303	-3,925	40,175	600	15	403
5304	-3,825	40,175	605	15	400
5422	-4,825	40,075	563	15	729
5423	-4,725	40,075	485	15	679
5424	-4,625	40,075	410	15	634
5425	-4,525	40,075	390	15	595
5426	-4,425	40,075	441	15	554
5427	-4,325	40,075	534	15	497
5428	-4,225	40,075	570	15	440
5429	-4,125	40,075	559	15	394
5430	-4,025	40,075	518	15	380
5431	-3,925	40,075	577	15	380
5432	-3,825	40,075	549	15	377
5550	-4,825	39,975	372	16	660
5551	-4,725	39,975	372	16	616
5552	-4,625	39,975	446	15	583
5553	-4,525	39,975	482	15	549
5554	-4,425	39,975	529	15	510
5555	-4,325	39,975	560	15	454
5556	-4,225	39,975	486	15	407
5557	-4,125	39,975	481	15	376
5558	-4,025	39,975	495	15	359
5559	-3,925	39,975	494	15	359
5681	-4,525	39,875	409	15	534
5682	-4,425	39,875	460	15	500
5684	-4,225	39,875	416	15	416
5685	-4,125	39,875	437	15	373
5686	-4,025	39,875	512	15	354
5687	-3,925	39,875	491	15	346

Tabla 10. Resultados estadísticos de los datos observados en rejilla Parte 3. Fuente: elaboración propia.

Nombre	Indicativo	long	latitud	altura	X UTM	Y UTM	ETP	p	p-ETP	D	S	FTR	Indice de Humedad de la Unesco
Akorón	3197	3° 51' 17" W	40° 20' 20" N	680	427399	4465799	754	476,1	-277,9	366,5	88,6	387,5	0,631432361
Arenas de San Pedro	3408	5° 5' W	40° 12' N	510	322060	4453208	748	1432	684	259,4	943,4	552,6	1,914438503
Bargas	3283	04° 01' W	39° 56' N	598	413132,49	4420852,65	805,31	380	-425,31	425,63	0,32	379,66	0,471867976
Brunete	3276	3° 57' 17" W	40° 23' 20" N	580	418965	4471436	701	440,4	-260,6	332,5	71,9	371,1	0,628245364
Calera y Chozas	3366	04° 58' W	39° 52' N	593	331793,91	4414809,55	854,38	594	-260,38	413,49	153,11	440,89	0,695240993
Candeleda	3416	5° 14' 17" W	40° 09' 10" N	430	309369	4447192	863	1127,2	264,2	366,7	630,7	488,6	1,306141367
Cazafuegas	3363	04° 42' W	40° 00' N	380	354884,77	4429141,25	813,21	530	-283,21	391,42	108,21	421,8	0,651738173
Cuatro Vientos	3196	3° 47'	40° 22' N	687	433493,58	4468749,39	808,52	429	-379,52	402,85	23,34	405,65	0,530599119
El Hornillo	3406	5° 6' W	40° 15' N	746	320984	4457707	736	1528,7	792,7	183,4	976,1	491,1	2,077038043
El Tiemblo	3330	04° 26' W	40° 24' N	580	378365,93	4473141,02	704,6	791	86,4	259,96	346,34	444,66	1,122622765
Embalse de La Jarosa	3267E	04° 06' W	40° 39' N	1060	406999,8	4500486,53	657,58	922	264,42	206,77	471,18	450,81	1,40211077
Esquivias	3237	3° 46' W	40° 6' N	605	434487	4439524	806	479,5	-326,5	423,5	97	382,5	0,594913151
Getafe	3200	3° 43' W	40° 18'	617	439093,84	4461301,53	815,71	365	-450,71	450,69	0	365,01	0,447462946
Illescas	3236	3° 48' W	40° 9' N	580	427642	4441899	767	412,5	-354,5	392,3	37,8	374,7	0,537809648
La Adrada F El Castañarejo	3392	4° 37' 27" W	40° 18' 25" N	720	361975	4463168	814	1009,2	195,2	322,9	518,1	429,9	1,23980344
La Guardia	3246	3° 28' 37" W	39° 47' 20" N	699	459161	4404510	783	432,9	-350,1	392,9	42,8	393,5	0,552873563
Las Navas del Marqués	3336	4° 22' W	40° 35' N	1220	387183	4495287	632	748,8	116,8	205	321,8	368,5	1,184810127
Malpica de Tajo	3307	04° 32' W	39° 53' N	398	368889,84	4415933,58	825,56	478	-347,56	420,12	72,59	405,43	0,579000921
Mocion de La Sagra	3256	03° 54' W	39° 56' N	478	423101,05	4420745,61	813,99	389	-424,99	440,97	15,98	373,02	0,477892849
Mora de Toledo	3254	3° 46' 27" W	39° 41' 00" N	717	433610	4392973	778	372,6	-405,4	407,6	2,2	390,1	0,478920308
Navacerrada	2462	4° 00' 38" W	40° 47' 35" N	1894	414744,81	4516275,91	524,35	1222	697,65	118,18	815,84	406,16	2,330504434
Navalagamella	3346	4° 9' W	40° 23' N	540	402223	4471481	744	433,8	-310,2	388	77,8	427	0,583064516
Pedrañuelo	3360	4° 35' 57" W	40° 10' 35" N	677	363838	4448637	893	655	-238	463,1	225,1	356	0,733482643
Presa de Manzanares	3189	3° 48' 37" W	40° 42' 25" N	908	431550	4506620	735	754,9	19,9	272,7	292,6	462,3	1,02707483
Presa de Puentes Viejas	3112	3° 34' 17" W	40° 59' 32" N	960	451939	4538377	663	631,9	-31,1	219,4	188,3	443,6	0,953092006
Presa de San Juan	3341	04° 18' W	40° 22' N	540	389626,66	4469265,99	819,15	511	-308,15	387,89	79,71	431,26	0,623817372
Presa del Burguillo	3326	04° 31' W	40° 25' N	750	371325,67	4475109,12	779	640	-138,7	338,3	199,6	440,7	0,82156611
Presa del Río Sequillo	3109	3° 38' 38" W	40° 58' 51" N	1020	445388	4537189	652	664,5	12,5	194,4	206,9	457,6	1,019171779
Rascafría (El Pualar)	3104	3° 53' 12" W	40° 53' 16" N	1159	425184	4526881	614	1009	395	148,9	543,9	465,1	1,643322476
Retiro	3195	3° 40'	40° 24'	667	443426,76	4472368,16	812,28	420	-392,28	410,52	18,24	401,74	0,517063082
San Lorenzo del Escorial	3274	04° 08' W	40° 35' N	1028	404086,25	4493121,95	721,77	883	161,23	252,17	413,4	469,6	1,22338141
Santa O'la	3358b	04° 25' W	40° 03' N	450	379159,86	4434268,13	790,57	465	-325,57	394,61	69,03	395,97	0,58818321
Talavera	3365a	04° 49' W	39° 57' N	371	344812,22	4423787,8	812,56	593	-219,56	389,28	169,72	423,28	0,729792261
Toledo Lorenzana	3259	4° 01' 25" W	39° 51' 40" N	540	412443	4412919	801	373,6	-427,4	429,9	2,5	370,4	0,466416979
Ventas de Retamosa	3282	04° 06' W	40° 09' N	625	406309,12	4444985,91	786,01	430	-356,01	390,56	34,53	395,44	0,547066831
Villa del Prado	3342	04° 14' W	40° 19' N	523	395209,62	4463634,87	798,12	517	-281,12	376,12	95	422	0,64772265
Villalba	3270	04° 00' W	40° 38' N	917	415433,47	4498535,49	744,98	625	-119,98	293,11	173,13	451,87	0,838948697

Tabla 11. Fuente: elaboración propia.

Navacerrada 2462									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	124	0,67	123,33	0	100	0	0,67	0	123,33
Febrero	96	0,66	95,34	0	100	0	0,66	0	95,34
Marzo	84	14,58	69,42	0	100	0	14,58	0	69,42
Abril	127	22,5	104,5	0	100	0	22,5	0	104,5
Mayo	124	51,59	72,41	0	100	0	51,59	0	72,41
Junio	63	88,44	-25,44	-25,44	77,54	22,46	85,46	2,98	0
Julio	23	113,34	-90,34	-115,78	31,42	46,12	69,12	44,22	0
Agosto	26	104,49	-78,49	-194,26	14,33	17,09	43,09	61,4	0
Septiembre	60	71,09	-11,09	-205,35	12,83	1,5	61,5	9,58	0
Octubre	156	39,05	116,95	0	100	-87,17	39,05	0	29,78
Noviembre	176	14,12	161,88	0	100	0	14,12	0	161,88
Diciembre	163	3,82	159,18	0	100	0	3,82	0	159,18

Tabla 12. Balance hídrico Navacerrada. Fuente: elaboración propia.

El Tiemblo-Central de Puente Nuevo 3330									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	94	11,4	82,6	0	100	0	11,4	0	82,6
Febrero	75	15,95	59,05	0	100	0	15,95	0	59,05
Marzo	52	33,24	18,76	0	100	0	33,24	0	18,76
Abril	72	40,46	31,54	0	100	0	40,46	0	31,54
Mayo	68	66,29	1,71	0	100	0	66,29	0	1,71
Junio	27	103,67	-76,67	-76,67	46,45	53,55	80,55	23,13	0
Julio	12	136,93	-124,93	-201,61	13,32	33,13	45,13	91,8	0
Agosto	16	125,37	-109,37	-310,98	4,46	8,86	24,86	100,52	0
Septiembre	39	85,16	-46,16	-357,14	2,81	1,65	40,65	44,51	0
Octubre	94	48,61	45,39	0	48,2	-45,39	48,61	0	0
Noviembre	112	23,69	88,31	0	100	-51,8	23,69	0	36,51
Diciembre	130	13,83	116,17	0	100	0	13,83	0	116,17

Tabla 13. Balance hídrico El Tiemblo. Fuente: elaboración propia.

Santa Olalla 3358									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	58	11,76	46,24	0	100	-5,46	11,76	0	40,78
Febrero	41	16,3	24,7	0	100	0	16,3	0	24,7
Marzo	30	31,4	-1,4	-1,4	98,61	1,39	31,39	0,01	0
Abril	50	45,06	4,94	0	100	-1,39	45,06	0	3,55
Mayo	42	75,02	-33,02	-33,02	71,88	28,12	70,12	4,9	0
Junio	22	125,69	-103,69	-136,71	25,49	46,39	68,39	57,3	0
Julio	9	153,89	-144,89	-281,6	5,98	19,5	28,5	125,39	0
Agosto	8	140,78	-132,78	-414,38	1,59	4,4	12,4	128,38	0
Septiembre	25	99,67	-74,67	-489,05	1	0,59	25,59	74,09	0
Octubre	50	54,54	-4,54	-493,59	1	0	50	4,54	0
Noviembre	61	23,42	37,58	0	38,58	-37,58	23,42	0	0
Diciembre	69	13,04	55,96	0	94,54	-55,96	13,04	0	0

Tabla 14. Balance hídrico de Santa Olalla. Fuente: elaboración propia.

ANEXO III. Resultados estadísticos de los datos proyectados

Estación	Longitud	Latitud	Altitud	ETP	P	P-ETP	Def	ru	vr	ETR	D	S	Indice Humedad UNESCO
4406	-4,025	40,875	1153	770,36	402	-368,36	-1830,89	585,7	-0,01	363,89	406,43	38,09	0,521833948
4532	-4,225	40,775	1182	779,87	382	-397,87	-1867,25	574,59	0	359,56	420,3	22,44	0,489825227
4533	-4,125	40,775	1437	746,61	424	-322,61	-784,37	616,82	-0,01	367,25	379,36	56,74	0,567900242
4534	-4,025	40,775	1742	717,37	459	-258,37	-1581,62	643,2	0	372,48	344,9	86,52	0,639837183
4535	-3,925	40,775	1445	757,13	434	-323,21	-1754,22	617,61	-0,01	368,32	388,88	65,68	0,573217281
4656	-4,625	40,675	1142	754,28	306	-448,28	-1889,96	428,17	0	306	448,29	0	0,405684892
4657	-4,525	40,675	1160	778,05	313	-465,05	-1964,11	440,61	-0,01	312,99	465,07	0	0,402287771
4658	-4,425	40,675	1251	785,5	343	-379,93	-1932,43	516,22	0	343	442,51	0	0,436664545
4659	-4,325	40,675	1447	730,89	417	-313,9	-1672,43	619,44	0	362,17	368,8	54,83	0,57053729
4660	-4,225	40,675	1626	719,01	444	-275,01	-1602,51	634,96	-0,01	368,55	350,46	75,43	0,617515751
4661	-4,125	40,675	1122	774,26	364	-410,26	-1899,33	546,62	0,02	351,8	422,46	12,22	0,470126314
4662	-4,025	40,675	966	818,95	360	-458,95	-2106,05	531,37	0	345,83	473,12	14,16	0,439587276
4663	-3,925	40,675	1039	798,78	378	-420,78	-2004,55	551,43	0	352,29	445,78	25,7	0,473221663
4664	-3,825	40,675	836	852,61	366	-486,61	-2257,75	527,06	0	345,85	506,76	20,15	0,429270124
4780	-5,025	40,575	1141	765,14	332	-432,14	-1955,71	516,03	0,01	331,93	432,22	0	0,43390752
4782	-4,825	40,575	1098	770,25	318	-451,65	-1971,96	471,18	-0,01	317,99	451,65	0	0,41285297
4783	-4,725	40,575	1136	746,45	328	-418,33	-1857,94	497,51	-0,01	327,99	418,46	0	0,439413223
4784	-4,625	40,575	1334	773,78	354	-419,78	-1897,28	553,21	0,01	346,84	426,94	7,17	0,457494378
4785	-4,525	40,575	1321	745,91	321	-424,91	-1841,61	470,03	-0,01	320,99	424,91	0	0,430346825
4786	-4,425	40,575	1215	752,65	323	-429,65	-1876,55	475,32	0,02	323,02	429,64	0	0,429150335
4787	-4,325	40,575	1280	742,93	351	-391,93	-1788,72	606,76	1	348,16	394,76	2,84	0,472453663
4788	-4,225	40,575	1344	772,61	388	-384,61	-1855,36	585,62	0	356,32	416,3	31,68	0,502193862
4789	-4,125	40,575	886	841,05	337	-504,05	-2232,58	489,7	0	337	504,05	0	0,400689614
4790	-4,025	40,575	891	846,56	349	-497,56	-2244,12	511,51	-0,01	341,76	504,79	7,23	0,412256662
4791	-3,925	40,575	851	862,85	355	-507,45	-2325,14	514,21	-0,01	340,73	522,11	14,26	0,411427247
4792	-3,825	40,575	670	905,24	347	-558,24	-2519,55	498,05	0	335,52	569,71	11,48	0,383323759
4905	-5,325	40,475	1023	794,04	352	-442,04	-2077,3	537,42	0	331,08	462,97	20,92	0,443302604
4906	-5,225	40,475	1722	710,17	497	-243,17	-1646,56	659,66	0,01	354,14	356,05	142,87	0,699832434
4907	-5,125	40,475	1904	680,62	532	-148,62	-1525,2	683,98	0	357,52	323,09	174,48	0,781640269
4908	-5,025	40,475	1616	734,23	441	-293,23	-1750,19	624,96	0	349,62	384,61	91,38	0,600629231
4909	-4,925	40,475	1828	687,07	503	-184,03	-1545,1	669,26	-0,01	357,5	329,53	145,49	0,732094255
4910	-4,825	40,475	1414	789,26	357	-432,26	-1984,02	559,69	0,01	341,54	447,7	15,47	0,452322429
4911	-4,725	40,475	1197	778,47	317	-461,47	-2007,89	461,66	0,01	317,01	461,47	0	0,407209013
4912	-4,625	40,475	958	819,58	296	-523,58	-2194,44	399,9	0	296	523,47	0	0,361160594
4913	-4,525	40,475	1224	754,46	331	-423,46	-1872,19	497,22	-0,01	330,99	423,47	0	0,438724386
4914	-4,425	40,475	775	882,75	291	-592,11	-2474,16	411,26	0,01	291,01	592,11	0	0,329651657
4915	-4,325	40,475	764	885,3	300	-585,3	-2462,44	398,79	0,02	300,02	585,28	0	0,33886818
4916	-4,225	40,475	1085	844,8	324	-520,8	-2262,82	458,43	-0,01	323,99	520,82	0	0,383522727
4917	-4,125	40,475	736	883,6	325	-558,6	-2435,7	458,14	0,01	325,01	558,59	0	0,36781349

Tabla 15. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 1. Fuente: elaboración propia

Estación	Longitud	Latitud	Altitud	ETP	P	P-ETP	Def	ru	vnu	ETR	D	S	Indice Humedad UNESCO
4918	-4,025	40,475	670	919,09	324	-595,09	-2591,69	451,34	0	324	595,07	0	0,352522604
4919	-3,925	40,475	629	923,28	335	-588,28	-2607,33	478,49	0,02	333,12	590,18	1,9	0,362836843
4920	-3,825	40,475	685	913,83	352	-561,83	-2560,52	500,66	0	336,3	577,53	15,7	0,385191994
5033	-5,325	40,375	1873	691,89	549	-142,89	-1582,56	678,79	-0,01	355,67	336,21	193,32	0,793478732
5034	-5,225	40,375	1649	721,28	490	-231,28	-1704,22	649,98	0,01	350,83	370,46	139,17	0,679347826
5035	-5,125	40,375	1618	728,63	469	-259,63	-1634,87	637,74	-0,01	348,93	379,69	120,07	0,643673744
5036	-5,025	40,375	1288	750,67	368	-382,67	-1862,75	570,22	-0,01	338,12	412,55	29,87	0,490228729
5037	-4,925	40,375	1307	740,6	371	-369,6	-1812,88	575,31	0,01	341,3	399,3	29,7	0,50094518
5038	-4,825	40,375	1060	791,64	325	-466,64	-2063,86	485,26	0,02	325,02	466,3	0	0,410540145
5039	-4,725	40,375	1492	739,45	426	-313,45	-1764,94	617,79	0	350,68	388,76	75,32	0,576103861
5040	-4,625	40,375	1815	679,59	512	-167,59	-1504,23	676,61	-0,01	360,58	319	151,41	0,75339543
5041	-4,525	40,375	1217	771,62	332	-442,62	-1954,01	495,66	0,01	332,01	439,61	0	0,430263601
5042	-4,425	40,375	702	901,32	288	-613,32	-2555,79	407,45	0	288	613,31	0	0,319531354
5043	-4,325	40,375	592	943,04	287	-656,76	-2745,28	390,21	0,01	287,01	656,04	0	0,304334917
5044	-4,225	40,375	671	916,94	304	-661,57	-2606,05	410,13	0,01	304,01	612,93	0	0,331537505
5045	-4,125	40,375	511	925,8	300	-625,8	-2625,41	419,7	0	300	625,8	0	0,32404407
5046	-4,025	40,375	613	931,91	320	-611,91	-2663,66	446,9	0	320	611,92	0	0,343380799
5047	-3,925	40,375	641	930,09	336	-594,09	-2635,85	481,33	0,02	331,84	598,25	4,18	0,361255362
5048	-3,825	40,375	692	909,81	357	-552,81	-2537,3	506,02	0	337,34	572,48	19,66	0,39238962
5049	-3,725	40,375	608	941,78	348	-583,78	-2722,9	492,95	0	334,28	607,51	13,72	0,36951305
5163	-5,125	40,275	1291	767,54	376	-391,54	-1936,54	570,24	-0,01	338,34	429,19	37,65	0,489876749
5164	-5,025	40,275	835	888,04	296	-592,04	-2510,46	402,68	0,01	296,01	592,04	0	0,333318319
5165	-4,925	40,275	1114	797,78	336	-461,78	-2098,88	515,89	0	329,2	468,57	6,8	0,421168743
5166	-4,825	40,275	650	912,07	269	-643,07	-2624,49	371,21	0,01	269,01	643,05	0	0,294933503
5167	-4,725	40,275	490	915,33	269	-646,33	-2629,14	370,71	-0,01	268,99	646,33	0	0,29388308
5168	-4,625	40,275	575	938,31	276	-662,31	-2739,84	378,41	-0,01	275,99	662,28	0	0,294145858
5169	-4,525	40,275	776	888,89	293	-595,89	-2502,31	393,42	-0,01	292,99	595,9	0	0,329624588
5170	-4,425	40,275	648	917,02	291	-626,12	-2618,99	380,06	0	291	626,01	0	0,317332228
5171	-4,325	40,275	562	921,7	285	-636,7	-2628,26	393,28	-0,01	284,99	636,71	0	0,30921124
5172	-4,225	40,275	497	927,98	293	-634,98	-2642,72	402,6	-0,01	292,99	634,98	0	0,315739563
5173	-4,125	40,275	580	913,47	304	-609,47	-2564,92	429,1	0,01	304,01	609,46	0	0,332796917
5174	-4,025	40,275	639	935,88	322	-613,88	-2673,13	451,68	0	322	613,87	0	0,344061204
5175	-3,925	40,275	613	918,53	323	-595,53	-2575,49	459,74	-0,01	322,99	595,53	0	0,35164883
5176	-3,825	40,275	676	924,56	344	-580,56	-2618,46	490,62	0,01	332,57	591,99	11,44	0,372068876
5177	-3,725	40,275	610	913,23	341	-572,23	-2550,81	488,87	0	331,43	581,81	9,57	0,37339991
5294	-4,825	40,175	591	908,43	281	-627,43	-2578,57	362,03	0	281	627,43	0	0,309324879
5295	-4,725	40,175	695	886,1	299	-587,1	-2491,59	409,99	-0,01	298,99	587,11	0	0,337433698
5296	-4,625	40,175	732	908,56	290	-618,56	-2599,31	384,26	0	290	618,57	0	0,319186405
5297	-4,525	40,175	591	911,5	282	-629,5	-2398,95	361,68	0,01	282,01	629,49	0	0,309380143

Tabla 16. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 2. Fuente: elaboración propia

Estación	Longitud	Latitud	Altitud	ETP	P	P-ETP	Def	ru	vru	ETR	D	S	Indice Humedad UNESCO
5298	-4,425	40,175	454	942,23	275	-666,93	-2745,56	367,89	0,01	275,01	666,91	0	0,291860798
5299	-4,325	40,175	488	932,53	284	-648,53	-2686,54	385,09	0,01	284,01	648,52	0	0,304547843
5300	-4,225	40,175	551	920,96	294	-627,59	-2627,69	385,6	0,01	294,01	627,57	0	0,319232106
5301	-4,125	40,175	641	938,55	310	-628,55	-2695,47	423,45	0	310	628,57	0	0,330296734
5302	-4,025	40,175	600	918,14	313	-605,14	-2586,57	431,01	0	313	605,16	0	0,340906616
5303	-3,925	40,175	600	914,77	325	-589,77	-2560,27	462,27	0	325	589,75	0	0,355280562
5304	-3,825	40,175	605	917,83	330	-587,83	-2575,09	474,88	0	327,88	589,96	2,12	0,359543706
5422	-4,825	40,075	563	920,74	283	-637,74	-2636,97	369,63	0	283	637,73	0	0,30736147
5423	-4,725	40,075	485	934,19	276	-638,19	-2707,19	350,08	0	276	658,19	0	0,295443111
5424	-4,625	40,075	410	960,01	267	-693,11	-2828,21	351,57	0,02	267,06	693,01	0	0,278122103
5425	-4,525	40,075	390	962,82	268	-694,56	-2846,36	350,77	-0,01	267,99	694,54	0	0,278349016
5426	-4,425	40,075	441	947,05	274	-673,05	-2770,02	367,21	0	274,36	673,03	0	0,289319466
5427	-4,325	40,075	534	929,57	289	-640,57	-2661,35	366,04	0	289	640,57	0	0,310896436
5428	-4,225	40,075	570	923,11	297	-626,11	-2623,24	397,02	-0,01	296,99	626,14	0	0,321738471
5429	-4,125	40,075	559	924,21	299	-625,21	-2636,3	395,74	-0,01	298,99	625,21	0	0,323519546
5430	-4,025	40,075	518	922,5	306	-616,5	-2625,74	416,04	0	306	616,51	0	0,331707317
5431	-3,925	40,075	577	925,57	315	-610,57	-2613,09	438,74	0	315	610,57	0	0,340330823
5432	-3,825	40,075	549	929,35	313	-616,35	-2648,55	436,74	0	313	616,34	0	0,336794534
5550	-4,825	39,975	372	971,55	269	-702,55	-2877,81	361,3	0,01	269,01	702,55	0	0,276877155
5551	-4,725	39,975	372	971,04	267	-704,04	-2871,07	352,95	-0,02	266,98	704,06	0	0,274962926
5552	-4,625	39,975	446	952,8	275	-677,8	-2790,63	373,4	0	275	677,78	0	0,288623006
5553	-4,525	39,975	482	940,84	281	-659,84	-2730,08	358,51	0	281	659,84	0	0,298669274
5554	-4,425	39,975	529	930,6	288	-642,6	-2672,6	368,58	0	288	642,58	0	0,309477756
5555	-4,325	39,975	560	925,2	294	-631,2	-2643,63	385,29	0	294	631,19	0	0,317769131
5556	-4,225	39,975	486	946,47	288	-638,47	-2745,87	365,96	0,01	288,01	658,46	0	0,304288567
5557	-4,125	39,975	481	950,7	289	-661,7	-2750,62	392,79	-0,01	288,99	661,7	0	0,303986536
5558	-4,025	39,975	495	946,07	295	-651,07	-2732,41	385,7	0,01	295,01	651,07	0	0,31181625
5559	-3,925	39,975	494	946,38	298	-648,38	-2677,38	394,96	-0,01	297,99	648,38	0	0,314884085
5681	-4,525	39,875	409	962,11	278	-684,11	-2819,32	235,06	0	278	684,12	0	0,288948249
5682	-4,425	39,875	460	963,61	278	-685,61	-2822,9	376,13	0	278	685,61	0	0,288498459
5684	-4,225	39,875	416	965,55	280	-685,55	-2834,22	378,8	0,01	280,01	685,53	0	0,289990161
5685	-4,125	39,875	437	964,49	284	-680,49	-2826,98	358,45	0	284	680,48	0	0,294456137
5686	-4,025	39,875	512	954,91	290	-664,91	-2769,83	367,56	0	290	664,91	0	0,303693542
5687	-3,925	39,875	491	949,5	296	-653,5	-2746,1	384,95	0	296	653,49	0	0,311743023

Tabla 17. Resultados estadísticos de los datos proyectados MPI Parte 3. Fuente: elaboración propia

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Precipitación (mm/día)	Precipitación (mm/año)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)	Evapotranspiración (mm/días)	Evapotranspiración (mm/año)	Delta unit
4406	-4.025	40.875	1153	1.673766017	610.9245962	8.163250923	18.21814156	13.19069624	60.79935837	729.5923004	-118.6677042
4532	-4.225	40.775	1182	1.529826641	558.386724	8.33026123	18.63768768	13.48397446	61.83597983	742.72435	-184.337626
4533	-4.125	40.775	1437	1.529826641	558.386724	8.33026123	18.63768768	13.48397446	61.89369583	742.72435	-184.337626
4534	-4.025	40.775	1742	1.529826641	558.386724	8.33026123	18.63768768	13.48397446	61.89369583	742.72435	-184.337626
4535	-3.925	40.775	1445	1.729984999	631.4445245	7.999788761	16.98140717	12.49059796	56.67165756	680.0598907	-48.61536622
4656	-4.025	40.675	1142	1.064483881	388.5366166	7.497229099	21.16118431	14.32920671	75.85373688	910.2448425	-521.708226
4657	-4.525	40.675	1160	1.064483881	388.5366166	7.497229099	21.16118431	14.32920671	75.85373688	910.2448425	-521.708226
4658	-4.425	40.675	1251	1.455373764	531.2114239	7.900038242	20.28910637	14.09457231	69.01480103	828.1776123	-296.9661884
4659	-4.325	40.675	1447	1.572766781	574.059875	7.984517574	19.18901253	13.58676505	64.1509369	769.6211243	-195.5612493
4660	-4.225	40.675	1626	2.01804328	736.5857971	8.108530998	17.62345123	12.86599112	58.42012024	701.0414429	35.5443542
4661	-4.125	40.675	1122	2.01804328	736.5857971	8.108530998	17.62345123	12.86599112	58.42012024	701.0414429	35.5443542
4662	-4.025	40.675	966	2.01804328	736.5857971	8.108530998	17.62345123	12.86599112	58.42012024	701.0414429	35.5443542
4663	-3.925	40.675	1039	1.455000877	531.0753202	8.997219086	19.09396553	14.0459231	62.31252289	747.7502747	-216.6749544
4664	-3.825	40.675	836	1.325324059	483.7432814	9.163937569	20.32822418	14.74608088	67.6765953	812.1152344	-328.371953
4780	-5.025	40.575	1141	1.337031364	488.016448	7.910923958	22.50487328	15.20789862	85.64813332	1027.777388	-539.7611399
4782	-4.825	40.575	1098	1.314161539	479.6689618	7.756071091	21.99669456	14.87638283	77.64472198	931.7366638	-452.0677021
4783	-4.725	40.575	1136	1.193792343	435.7342052	7.664258003	21.58521843	14.62473822	75.06027771	900.6033325	-464.8691273
4784	-4.625	40.575	1334	1.193792343	435.7342052	7.664258003	21.58521843	14.62473822	75.06027771	900.6033325	-464.8691273
4785	-4.525	40.575	1321	1.297927618	473.7435806	7.804230812	21.03622818	14.4202745	72.34835052	868.1802063	-394.4366257
4786	-4.425	40.575	1215	1.561439753	569.9255097	8.606658936	20.58760071	14.59712982	68.44586182	821.3503418	-251.4248321
4787	-4.325	40.575	1280	1.561439753	569.9255097	8.606658936	20.58760071	14.59712982	68.44586182	821.3503418	-251.4248321
4788	-4.225	40.575	1344	1.721051097	628.1836504	8.667984009	19.78578568	14.2688484	64.83940125	778.0728149	-149.8891646
4789	-4.125	40.575	886	1.721051097	628.1836504	8.667984009	19.78578568	14.2688484	64.83940125	778.0728149	-149.8891646
4790	-4.025	40.575	891	1.5073316974	550.1779956	8.847651482	19.03203201	13.93984175	81.87065125	742.4478149	-192.2698194
4791	-3.925	40.575	851	1.14859881	419.2374706	10.37315559	21.26443291	15.81879425	68.82563782	825.9076538	-406.6701832
4792	-3.825	40.575	670	1.14859881	419.2374706	10.37315559	21.26443291	15.81879425	68.82563782	825.9076538	-406.6701832
4905	-5.325	40.475	1023	1.375882487	502.0875967	8.923662186	23.25492096	16.08929157	89.4545246	1074.546295	-572.4586985
4906	-5.225	40.475	1722	1.637519316	597.6945663	8.50039196	23.0317688	15.76608038	88.32678223	1059.921387	-462.2268205
4907	-5.125	40.475	1904	1.637519316	597.6945663	8.50039196	23.0317688	15.76608038	88.32678223	1059.921387	-462.2268205
4908	-5.025	40.475	1616	1.743787766	636.4825344	8.176239967	22.71764755	15.44694376	86.04106903	1032.492828	-396.010294
4909	-4.925	40.475	1828	1.932539105	705.3767735	8.566059113	22.724678	15.56926346	93.9246521	983.0958252	-277.7190517
4910	-4.825	40.475	1414	1.932539105	705.3767735	8.566059113	22.724678	15.56926346	93.9246521	983.0958252	-277.7190517
4911	-4.725	40.475	1197	1.368497849	499.5017147	8.379797935	22.18520927	15.2825036	77.10954285	925.3145142	-425.8127995
4912	-4.625	40.475	958	1.372464895	500.9496868	8.353861809	21.74562836	15.04974508	89.5525818	890.5525818	-389.602895
4913	-4.525	40.475	1224	1.259716511	459.7965264	9.203772545	21.71318817	15.45848036	72.35572815	868.2687378	-408.4722114
4914	-4.425	40.475	775	1.259716511	459.7965264	9.203772545	21.71318817	15.45848036	72.35572815	868.2687378	-408.4722114
4915	-4.325	40.475	764	1.304696918	476.2143749	9.345430374	21.33135033	15.33839035	70.23722076	842.8466492	-366.6322743
4916	-4.225	40.475	1085	1.364216328	497.9389596	9.580593109	21.02503777	15.30281544	81.15772247	817.8926697	-319.9537101
4917	-4.125	40.475	736	1.364216328	497.9389596	9.580593109	21.02503777	15.30281544	68.15772247	817.8926697	-319.9537101

Tabla 18. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 1. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Precipitación (mm/día)	Precipitación (mm/año)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)	Evapotranspiración (mm/día)	Evapotranspiración (mm/año)	Índice arid
4918	-4,025	40,475	670	1,187939525	433,5979265	9,970077433	20,93445587	15,45222665	67,62656403	811,5187683	-377,9208418
4919	-3,925	40,475	629	1,187939525	433,5979265	9,970077433	20,93445587	15,45222665	67,62656403	811,5187683	-377,9208418
4920	-3,825	40,475	685	1,097261667	400,5003085	11,13923326	23,42188644	17,66790485	74,98207855	899,7849426	-499,2844341
5033	-5,325	40,375	1873	1,816455126	663,0061209	9,535288811	23,69401169	16,61465025	90,74118805	1088,894257	-425,8881357
5034	-5,225	40,375	1649	2,148397207	784,1649806	9,076657295	23,30840874	16,19253302	88,37522888	1060,502747	-276,3377659
5035	-5,125	40,375	1618	2,148397207	784,1649806	9,076657295	23,30840874	16,19253302	88,37522888	1060,502747	-276,3377659
5036	-5,025	40,375	1288	2,337644815	853,2403576	8,773380551	22,94146919	15,85752487	85,30695801	1026,083496	-172,8431385
5037	-4,925	40,375	1307	2,337644815	853,2403576	8,773380551	22,94146919	15,85752487	85,30695801	1026,083496	-172,8431385
5038	-4,825	40,375	1060	2,330669384	857,9943252	9,155044556	22,80687904	15,9809618	81,41409302	976,9691162	-118,9747911
5039	-4,725	40,375	1492	1,841116786	672,0076269	9,035489082	22,48102379	15,75825644	77,36174011	928,3408813	-256,3332545
5040	-4,625	40,375	1815	1,544793367	563,8495791	9,028377533	22,10693741	15,56765747	74,57306671	894,8768005	-331,0272214
5041	-4,525	40,375	1217	1,544793367	563,8495791	9,028377533	22,10693741	15,56765747	74,57306671	894,8768005	-331,0272214
5042	-4,425	40,375	702	1,274267316	465,1075703	9,854400635	22,4011879	16,1279427	74,39060974	892,6873169	-427,5797466
5043	-4,325	40,375	592	1,137031436	415,0164741	10,06332478	22,26110649	16,1621564	73,20017242	878,4020691	-463,385595
5044	-4,225	40,375	671	1,095924258	400,0123543	10,45453306	22,32970619	16,39157963	72,22350311	866,6820374	-466,6696831
5045	-4,125	40,375	511	1,095924258	400,0123543	10,45453306	22,32970619	16,39157963	72,22350311	866,6820374	-466,6696831
5046	-4,025	40,375	613	1,095924258	400,0123543	10,45453306	22,32970619	16,39157963	72,22350311	866,6820374	-466,6696831
5047	-3,925	40,375	641	1,041383386	380,1049358	11,12361813	22,74314499	16,9338156	73,15314484	877,837738	-497,7328023
5048	-3,825	40,375	692	0,905170202	330,3871238	12,71943855	24,77540207	18,74742031	80,97386932	971,6864319	-641,2993081
5049	-3,725	40,375	608	0,912631869	333,1106323	13,06980801	24,76268578	18,91624689	79,26477051	951,1772461	-618,0666138
5163	-5,125	40,275	1291	3,059840918	1116,841935	9,708632469	23,43630791	16,5747019	86,94560242	1043,347229	73,49470592
5164	-5,025	40,275	835	3,059840918	1116,841935	9,708632469	23,43630791	16,5747019	86,94560242	1043,347229	73,49470592
5165	-4,925	40,275	1114	2,580018072	930,786963	9,358035088	23,12185097	16,23994303	84,79792023	1017,575043	-86,8184464
5166	-4,825	40,275	650	1,899390221	693,2774305	9,684941292	23,13184738	16,40839434	82,25061035	987,0073242	-293,7298937
5167	-4,725	40,275	490	1,692001581	617,5805771	9,65639782	22,86903	16,26271391	78,44649506	941,3579407	-323,7773635
5168	-4,625	40,275	575	1,692001581	617,5805771	9,65639782	22,86903	16,26271391	78,44649506	941,3579407	-323,7773635
5169	-4,525	40,275	776	1,60169971	584,6203941	9,723997116	22,62436485	16,17418098	76,15525818	913,8630981	-329,242704
5170	-4,425	40,275	648	1,127712131	411,6149277	10,39885235	23,08877373	16,74381304	77,16546631	925,9855957	-514,3706681
5171	-4,325	40,275	562	1,127712131	411,6149277	10,39885235	23,08877373	16,74381304	77,16546631	925,9855957	-514,3706681
5172	-4,225	40,275	497	1,008754611	368,195433	10,68748283	23,12326813	16,90337548	76,58647919	919,0377502	-550,8423172
5173	-4,125	40,275	580	1,008754611	368,195433	10,68748283	23,12326813	16,90337548	76,58647919	919,0377502	-550,8423172
5174	-4,025	40,275	639	0,969093108	350,7296345	11,18113136	23,38003349	17,28058243	76,18947601	914,2737122	-563,5440777
5175	-3,925	40,275	613	0,871635079	318,146804	12,13859367	24,52679634	18,33269501	82,41321564	988,9585876	-670,817837
5176	-3,825	40,275	676	0,871635079	318,146804	12,13859367	24,52679634	18,33269501	82,41321564	988,9585876	-670,817837
5177	-3,725	40,275	610	0,854977667	312,0668486	12,59819412	25,00117874	18,79968643	83,83076477	1005,969177	-693,9023287
5294	-4,825	40,175	591	1,899390221	693,2774305	9,684941292	23,13184738	16,40839434	82,25061035	987,0073242	-293,7298937
5295	-4,725	40,175	695	1,692001581	617,5805771	9,65639782	22,86903	16,26271391	78,44649506	941,3579407	-323,7773635
5296	-4,625	40,175	732	1,692001581	617,5805771	9,65639782	22,86903	16,26271391	78,44649506	941,3579407	-323,7773635
5297	-4,525	40,175	591	1,60169971	584,6203941	9,723997116	22,62436485	16,17418098	76,15525818	913,8630981	-329,242704

Tabla 19. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 2. Fuente: elaboración propia.

Identificativo	Longitud	Latitud	Altitud	Precipitación (mm/día)	Precipitación (mm/año)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)	Evapotranspiración (mm/mes)	Evapotranspiración (mm/año)	Única útil
5298	-4.425	40.175	454	1.127712131	411.6149277	10.39885235	23.08877373	16.74381304	77.16546631	925.9855957	-514.3706681
5299	-4.325	40.175	488	1.127712131	411.6149277	10.39885235	23.08877373	16.74381304	77.16546631	925.9855957	-514.3706681
5300	-4.225	40.175	551	1.008754611	368.195433	10.68748283	23.12326813	16.90537548	76.58647919	919.0377502	-530.8423172
5301	-4.125	40.175	641	1.008754611	368.195433	10.68748283	23.12326813	16.90537548	76.58647919	919.0377502	-530.8423172
5302	-4.025	40.175	600	0.960903108	350.7296345	11.18113136	23.38003349	17.28058243	76.18947601	914.2237122	-563.5440777
5303	-3.925	40.175	600	0.871635079	318.146804	12.13859367	24.52679634	18.33269501	82.41321564	988.9585876	-670.817837
5304	-3.825	40.175	605	0.871635079	318.146804	12.13859367	24.52679634	18.33269501	82.41321564	988.9585876	-670.817837
5422	-4.825	40.075	563	2.106709719	768.9490473	9.809006691	23.40581322	16.60740995	85.35871887	1024.304626	-255.3555791
5423	-4.725	40.075	485	1.568648696	572.556774	10.14116001	23.53944397	16.84030199	83.41516876	1000.982025	-428.4252311
5424	-4.625	40.075	410	1.400160313	511.0585141	10.12775135	23.34534073	16.73654604	80.72164917	968.65979	-457.6012759
5425	-4.525	40.075	390	1.253599763	457.5639135	10.22984505	23.18114662	16.70549583	78.40667725	940.880127	-483.3162135
5426	-4.425	40.075	441	1.253599763	457.5639135	10.22984505	23.18114662	16.70549583	78.40667725	940.880127	-483.3162135
5427	-4.325	40.075	534	0.956124604	348.9854804	10.87708759	23.66914749	17.27311754	79.96618652	959.5942383	-610.6087579
5428	-4.225	40.075	570	0.91582185	334.2749754	11.1666584	23.77905644	17.47285652	80.12081146	961.4497375	-627.1747622
5429	-4.125	40.075	559	0.91582185	334.2749754	11.1666584	23.77905644	17.47285652	80.12081146	961.4497375	-627.1747622
5430	-4.025	40.075	518	0.88242954	322.0867822	11.61532879	24.06110001	17.8382144	80.22632599	962.7159119	-640.6291297
5431	-3.925	40.075	577	0.88242954	322.0867822	11.61532879	24.06110001	17.8382144	80.22632599	962.7159119	-640.6291297
5432	-3.825	40.075	549	0.849758446	310.1618329	12.21318245	24.79866409	18.50592327	83.80682373	1005.681885	-695.5206519
5500	-4.825	39.975	372	1.658443809	605.3319901	10.28015041	23.75703812	17.01859427	85.46031189	1025.523743	-420.1917526
5501	-4.725	39.975	372	1.301655293	475.1041818	10.66178989	23.90721512	17.28450251	84.24244659	1010.909363	-535.805181
5502	-4.625	39.975	446	1.191389084	434.8570156	10.62489891	23.76279449	17.1938467	82.51674652	990.2009583	-555.3439426
5553	-4.525	39.975	482	1.046753526	382.0630369	10.69748688	23.67756844	17.18752766	81.04434204	972.5321045	-590.4670676
5554	-4.425	39.975	529	1.046753526	382.0630369	10.69748688	23.67756844	17.18752766	81.04434204	972.5321045	-590.4670676
5555	-4.325	39.975	560	0.899819016	328.453941	11.27036667	24.12420654	17.69728661	81.94648743	983.5578491	-654.9239081
5556	-4.225	39.975	486	0.872155011	318.3365789	11.52287769	24.24451637	17.88369703	82.07608032	984.9129639	-666.576385
5557	-4.125	39.975	481	0.872155011	318.3365789	11.52287769	24.24451637	17.88369703	82.07608032	984.9129639	-666.576385
5558	-4.025	39.975	495	0.872155011	318.3365789	11.52287769	24.24451637	17.88369703	82.07608032	984.9129639	-666.576385
5559	-3.925	39.975	494	0.840698659	306.8550107	11.85761833	24.47985268	18.1687551	82.80099487	993.6119385	-686.7569278
5681	-4.525	39.875	409	1.023844123	373.7031049	11.07407339	24.15620041	17.6181371	83.31981659	999.8377991	-636.1346942
5682	-4.425	39.875	460	0.909122705	331.8297875	11.12859154	24.1033535	17.61597252	82.49372101	989.9246521	-658.0948646
5684	-4.225	39.875	416	0.851234436	310.7005092	11.55771351	24.48033142	18.01902246	83.44594574	1001.351349	-690.6507797
5685	-4.125	39.875	437	0.851234436	310.7005092	11.55771351	24.48033142	18.01902246	83.44594574	1001.351349	-690.6507797
5686	-4.025	39.875	512	0.80405724	293.4808928	11.733881	24.57354546	18.15371323	83.57860565	1002.943268	-709.462375
5687	-3.925	39.875	491	0.828336775	302.342923	11.96838856	24.7402935	18.35434103	84.60194397	1015.223328	-712.8804047

Tabla 20.. Resultados estadísticos de los datos proyectados AdapteCCa Parte 3. Fuente: elaboración propia.

Estación 4534									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	50	8,38	41,62	0	100	-26,2	8,38	0	15,42
Febrero	41	10,09	30,91	0	100	0	10,09	0	30,91
Marzo	46	20,63	25,37	0	100	0	20,63	0	25,37
Abril	46	31,18	14,82	0	100	0	31,18	0	14,82
Mayo	48	64,02	-16,02	-16,02	85,2	14,8	62,8	1,22	0
Junio	34	111,02	-77,02	-93,05	39,44	45,76	79,76	31,27	0
Julio	15	153,11	-138,11	-231,16	9,91	29,53	44,53	108,58	0
Agosto	12	145,86	-133,86	-365,01	2,6	7,31	19,31	126,54	0
Septiembre	29	96,64	-67,64	-432,66	1,32	1,28	30,28	66,37	0
Octubre	37	48,06	-11,06	-443,72	1,18	0,14	37,14	10,92	0
Noviembre	47	18,43	28,57	0	29,75	-28,57	18,43	0	0
Diciembre	54	9,95	44,05	0	73,8	-44,05	9,95	0	0

Tabla 21. Balance hídrico estación 4534. Fuente: elaboración propia.

Estación 5042									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	36	10,47	25,53	0	56,6	-25,53	10,47	0	0
Febrero	24	13,21	10,79	0	67,39	-10,79	13,21	0	0
Marzo	29	29,19	-0,19	-0,19	99,81	-32,43	-3,43	32,61	0
Abril	30	47,82	-17,82	-18	83,53	16,29	46,29	1,53	0
Mayo	28	89,51	-61,51	-79,51	45,15	38,37	66,37	23,14	0
Junio	17	157,1	-140,1	-219,61	11,12	34,03	51,03	106,07	0
Julio	6	163,94	-157,94	-377,55	2,29	8,83	14,83	149,11	0
Agosto	5	163,33	-158,33	-535,88	1	1,29	6,29	157,04	0
Septiembre	19	128,46	-109,46	-645,35	1	0	19	109,46	0
Octubre	27	61,35	-34,35	-679,7	1	0	27	34,35	0
Noviembre	31	24,51	6,49	0	7,49	-6,49	24,51	0	0
Diciembre	36	12,43	23,57	0	31,07	-23,57	12,43	0	0

Tabla 22. Balance hídrico estación 4534. Fuente: elaboración propia.

Estación 5426									
Mes	P	ETP	P-ETP	SumaDeficit	RU	VRU	ETR	D	S
Enero	37	10,95	26,05	0	51,16	-26,05	10,95	0	0
Febrero	26	13,72	12,28	0	63,44	-12,28	13,72	0	0
Marzo	30	31,01	-1,01	-1,01	96,99	-35,55	-5,55	36,56	0
Abril	28	52,85	-24,85	-25,86	77,21	21,78	49,78	3,07	0
Mayo	24	100,11	-76,11	-101,97	36,07	41,14	65,14	34,96	0
Junio	13	144,16	-131,16	-233,12	9,72	26,35	39,35	104,8	0
Julio	4	174,34	-170,34	-403,46	1,77	7,95	11,95	162,39	0
Agosto	4	173,45	-169,45	-572,91	1	0,77	4,77	168,68	0
Septiembre	17	140,32	-123,32	-696,22	1	0	17	123,32	0
Octubre	28	67,25	-39,25	-735,47	1	0	28	39,25	0
Noviembre	28	26,26	1,74	0	2,74	-1,74	26,62	0	0
Diciembre	35	12,63	22,37	0	25,11	-22,37	12,63	0	0

Tabla 23. Balance hídrico estación 5551. Fuente: elaboración propia.

ANEXO IV. Resultados estadísticos del análisis comparativo y cálculos de superficie

Estadísticos descriptivos de los resultados cartográficos											
Variable	Período	Parámetros				Variable	Período	Parámetros			
Precipitaciones Anuales (mm)	1971 -2010	Media	648			ETR Anual (mm)	1971 -2010	Media	420		
		Máximo	1.499					Máximo	511		
		Mínimo	379					Mínimo	380		
	2070 MPI	Desviación Típica	244				2070	Desviación Típica	26		
		Media	325					Media	318		
		Máximo	544					Máximo	370		
		Mínimo	261					Mínimo	268		
	2071-2100 AdapteCCa	Desviación Típica	34				Diferencias	Desviación Típica	24		
		Media	487					Media	-107		
		Máximo	951					Máximo	-57		
ETP Anual (mm)	Diferencias	Mínimo	308			1971 -2010	Mínimo	-164			
		Desviación típica	131				Desviación Típica	23			
		Media	109				Media	333			
	1971 -2010	Máximo	180			Déficit Anual (mm)	Máximo	425			
		Mínimo	-30*				Mínimo	148			
		Desviación Típica	49				Desviación Típica	73			
		Media	760				Media	557			
	Lluvia útil Anual (mm)	2070 MPI	Máximo	834			1971 -2010	Máximo	691		
			Mínimo	620				Mínimo	362		
			Desviación Típica	48				Desviación Típica	92		
2071-2100 AdapteCCa		Media	870			Diferencias	Media	224			
		Máximo	967				Máximo	293			
		Mínimo	701				Mínimo	130			
		Desviación Típica	75				Desviación Típica	28			
Diferencias		Media	905			1971 -2010	Media	222			
		Máximo	1.066				Máximo	895			
		Mínimo	711				Mínimo	0,28			
Índice de Humedad UNESCO Anual (mm)	2070 MPI	Desviación típica	77			2070	Desviación Típica	201			
		Media	109				Media	12			
		Máximo	180				Máximo	153			
	1971 -2010	Mínimo	-30*			Diferencias	Mínimo	0			
		Desviación Típica	49				Desviación Típica	26			
		Media	-118				Media	-211			
		Máximo	734				Máximo	-0,3			
	Lluvia útil Anual (mm)	2070 MPI	Mínimo	-426			1971 -2010	Mínimo	-854		
			Desviación Típica	252				Desviación Típica	182		
			Media	-547				Media	0,86		
2071-2100 AdapteCCa		Máximo	-259			Diferencias	Máximo	2,32			
		Mínimo	-648				Mínimo	0,47			
		Desviación Típica	105				Desviación Típica	0,35			
		Media	-416				Media	0,4			
Diferencias		Máximo	-1			2070	Máximo	0,6			
		Mínimo	-690				Mínimo	0,3			
		Desviación típica	166				Desviación Típica	0,07			
Diferencias	Media	109			Diferencias	Media	-0,5				
	Máximo	180				Máximo	-0,1				
	Mínimo	-30*				Mínimo	-1,8				
	Desviación Típica	49				Desviación Típica	0,3				

Tabla 24. Fuente: elaboración propia (*) Nota: este es un valor anómalo cuyo origen se encuentra en los altos valores de ETP con que cuentan las estaciones pertenecientes a la cuenca del Tiétar. Además, también hay que tener en cuenta la baja presencia de estaciones meteorológicas en las zonas de montaña (en este caso particular en la Sierra de Gredos), por lo que no se disponen de datos suficientes que permitan obtener un resultado plenamente satisfactorio en el proceso de la interpolación.

Mapas observados (AEMET)			
Variable	Clases	Píxeles	%
P	< 400	622	4
	400 - 600	8641	52
	600 - 800	3581	22
	800 - 1000	2096	13
	1.000 - 1.200	1005	6
	> 1200	702	4
	Total	16647	100
ETP	< 650	250	2
	650 - 750	6211	37
	> 750	10245	62
	Total	16706	100
ETR	< 400	3677	22
	400 - 430	8985	54
	430 - 460	2520	15
	460 - 490	930	6
	> 490	587	4
	Total	16699	100
Lluvia útil	< - 400	169	1
	- 400 - - 200	9048	54
	- 200 - 0	2141	13
	0 - 200	3351	20
	200 - 400	1265	8
	400 - 600	571	3
	> 600	147	1
	Total	16692	100
D	< 200	344	2
	200 - 300	5638	34
	300 - 400	6442	39
	> 400	4282	26
	Total	16706	100
S	< 200	9663	58
	200 - 400	3866	23
	400 - 600	2001	12
	600 - 800	1023	6
	> 800	118	1
	Total	16671	100
Índice Humedad	0,3 - 0,7	8602	52
	0,7 - 1	2688	16
	> 1	5393	32
	Total	16683	100

Tabla 25. Fuente: elaboración propia.

Mapas proyectados (MPI)			
Variable	Clases	Píxeles	%
P	< 300	4967	30
	300 - 350	8422	51
	350 - 400	2786	17
	> 400	533	3
	Total	16708	100
ETP	< 750	1225	7
	750 - 800	3363	20
	800 - 850	1357	8
	850 - 900	1414	8
	> 900	9348	56
	Total	16707	100
ETR	< 300	5639	34
	300 - 320	3884	23
	320 - 340	5124	31
	340 - 360	1934	12
	> 360	130	1
	Total	16711	100
Lluvia útil	< - 600	7516	45
	- 600 - - 500	3555	21
	- 500 - - 400	3924	24
	- 400 - - 300	1379	8
	> - 300	310	2
	Total	16684	100
D	< 400	873	5
	400 - 500	4497	27
	500 - 600	3589	22
	> 600	7729	46
	Total	16688	100
S	< 25	14095	85
	25 - 50	1206	7
	50 - 75	635	4
	75 - 100	418	3
	> 100	321	2
	Total	16675	100
Índice Humedad	> 0,3	1063	6
	0,3 - 0,7	15644	94
	Total	16707	100

Tabla 26. Fuente: elaboración propia.

Mapas proyectados (AdapteCCa)			
Variable	Clases	Píxeles	%
P	< 400	5262	32
	400 - 600	8421	51
	600 - 800	2427	15
	> 800	546	3
	Total	16656	100
ETP	< 800	2065	12
	800 - 900	4638	28
	> 900	9971	60
	Total	16674	100
Lluvia útil	< - 600	2418	15
	- 600 - - 400	7020	42
	- 400 - - 200	5130	31
	> - 200	2137	13
	Total	16642	100

Tabla 27. Fuente: elaboración propia.

Mapas Diferencias			
Variable	Clases	Píxeles	%
P	< - 1000	98	1
	- 1000 - - 800	530	3
	- 800 - - 600	1653	10
	- 600 - - 400	3189	19
	- 400 - - 200	4312	26
	> - 200	6859	41
	Total	16641	100
ETP	< 30	2155	13
	30 - 80	1823	11
	80 - 130	5386	32
	> 130	7277	44
	Total	16641	100
ETR	< - 140	1670	10
	- 140 - - 120	3300	20
	- 120 - - 100	5050	30
	- 100 - - 80	4652	28
	> - 80	1968	12
	Total	16640	100
Lluvia útil	< - 800	486	3
	- 800 - - 600	2217	13
	- 600 - - 400	4522	27
	> - 400	9417	57
	Total	16642	100
D	< 140	61	0
	140 - 180	1318	8
	180 - 220	4331	26
	220 - 260	9707	58
	> 260	1222	7
	Total	16639	100
S	< - 600	587	4
	- 600 - - 400	2327	14
	- 400 - - 200	4032	24
	> - 200	9695	58
	Total	16641	100
Índice Humedad	< - 1,5	95	1
	- 1,5 - -1	879	5
	- 1 - - 0,5	5318	32
	> - 0,5	10350	62
	Total	16642	100

Tabla 28. Fuente: elaboración propia.